



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur,
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Omsluten av **DIGITALA FULLSKALEMODELLER**

*En undersökning av potentialen med Virtual Reality
som representationsform & processverktyg
inom landskapsarkitektur*

M a r c u s E k s t r ö m

Självständigt arbete • 30 hp
Landskapsarkitektprogrammet
Alnarp 2019

Omsluten av digitala fullskalemodeller

- En undersökning av potentialen med Virtual Reality som representationsform och processverktyg inom landskapsarkitektur

Enclosed Within Digital Full Scale Models

- A Study of the Potential With Virtual Reality as a Representational Method and Process Tool in Landscape Architecture

Författare: Marcus Ekström

Handledare: Anders Westin, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Examinator: Mads Farsö, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Biträdande examinator: Linn Osvalder, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Master Project in Landscape Architecture

Kurskod: EX0846

Ämne: Landskapsarkitektur

Program: Landskapsarkitektprogrammet, SLU, Alnarp

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: VR, virtuella upplevelser, virtuella miljöer, digital fullskalemodell, Enscape, Prospect, Twinmotion, Fuzor, simulering, representationsform och processverktyg.

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Abstract

This master's thesis explored the potential with Virtual Reality as a representational method and process tool in landscape architecture. The purpose was to contribute with knowledge of VR technology with the goal of finding a manageable way to apply it in the design process. Virtual Reality immerses users in enclosed virtual environments created through digital modeling. According to a study by Jie Yan, 93% of 341 surveyed professional landscape architects use SketchUp to create digital models. This thesis was limited to exclusively study Virtual experiences through Sketchup. The VR applications Enscape, Prospect, Twinmotion and Fuzor were mapped out and evaluated as all could be used with SketchUp. The evaluation consisted of a framework of aspects defined in the background study. Aspects of interaction, simulation and representation were evaluated, which are essential for an immersive virtual experience. Immersion is used to describe the sense of being present in a place, without physically being there. Immersion is the result of virtual experiences being presented with interactive narratives, which give more freedom than representative narratives. Communicating landscape architecture projects with interactive narratives can lead to the viewer becoming a user in a simulation, with greater opportunity to experience and influence the content, rather than a passive onlooker of a visualization.

According to the result each of the applications were suited for different parts of the design process. In the initial phase of the process, when models are conceptual, sketchy and in development, applications with features that allowed good interactive properties, such as the ability to draw markings and to change materials, were suitable. For a later stage, as the model approaches a ready-made proposal to be presented, applications that can render more realistic environments are more appropriate. In order to simulate a digital presentation model, the application should also have functions for setting sound and lighting, as well as creating flows of people in motion.

Keywords: *VR, virtual experiences, virtual environments, digital full scale model, simulation, Enscape, Prospect, Twinmotion, Fuzor, representational method and process tool.*

Sammandrag

Detta masterarbete undersökte potentialen med Virtual Reality som representationsform och processverktyg inom landskapsarkitektur. Syftet var att bidra med kunskap om VR-teknik med målsättningen att hitta ett hanterbart sätt att tillämpa den i designprocessen. Virtual Reality möjliggör omslutande upplevelser i virtuella miljöer som skapas genom digital modellering. Enligt en studie av Jie Yan framkom att 93% av 341 tillfrågade yrkesverksamma landskapsarkitekter använder sig av SketchUp för att skapa digitala modeller. En avgränsning gjordes som innebar att endast virtuella upplevelser genom Sketchup undersöktes i detta arbete. VR-applikationerna Enscape, Prospect, Twinmotion och Fuzor kartlades och utvärderades då samtliga gick att använda med SketchUp. Utvärderingen bestod av ett ramverk med utgångspunkter som definierats i bakgrundsstudien.

Applikationernas egenskaper för interaktion, simulation och representation undersöktes, vilka är essentiella för en immersiv virtuell upplevelse. Immersion är ett begrepp som används för att beskriva känslan av att närvara på en plats, utan att fysiskt befinna sig där. Immersionen blir ett resultat av att virtuella upplevelser presenteras med interaktiva narrativ, som ger mer frihet än representativa narrativ. Att kommunicera landskapsarkitekturprojekt med interaktiva narrativ kan leda till att åskådaren blir en användare i en simulation, med större möjlighet att uppleva och påverka innehållet, istället för en passiv åskådare av en visualisering.

Resultatet visade att applikationerna lämpade sig för olika delar av designprocessen. Under tidiga delar av processen, när modeller är konceptuella, skissartade och är under utveckling lämpade sig applikationer med funktioner som tillät goda interaktiva egenskaper, som förmågan att kunna rita markeringar och att ändra material. För ett senare skede, när modellen närmar sig ett färdigt förslag som ska presenteras, är applikationer som kan rendera mer realistiska miljöer lämpligare. För att simulera en digital presentationsmodell borde applikationen även ha funktioner för att ljud- och ljussätta, samt att skapa flöden av människor i rörelse.

Nyckelord: *VR, virtuella upplevelser, virtuella miljöer, digital fullskalemodell, simulering, Enscape, Prospect, Twinmotion, Fuzor, representationsform och processverktyg.*

Förord

Som liten älskade jag att bygga med lego. När jag blev äldre fattade jag tycke för datorspel, i vilka skapande spelade en stor roll. Som vuxen har jag utbildat mig till landskapsarkitekt, varpå min skapandeförmåga nu kan användas för att förändra och förhoppningsvis förbättra verkliga platser. En essentiell del i dessa skapandeprocesser är de kreativa verktygen. Att upptäcka nya verktyg för att uttrycka mina idéer är en spännande del i processen som i sin tur utvecklar själva skapandet. Under utbildningen har mina tidigare intressen fått mig att fastna för det digitala modelleringsverktyget SketchUp, samtidigt som jag fortsatt fascineras av nya verktyg för skapande. Parallellt har huvudburna bildskärmar och omslutande Virtual Reality återinträtt på konsumentmarknaden. Ofta talar vi om landskapsarkitektens många glasögon som låter oss se olika perspektiv. En huvudburen bildskärm skulle bokstavligen innebära ett nytt glasögonpar i landskapsarkitektens arsenal.

Med detta *masterarbete i landskapsarkitektur* kändes det självklart att undersöka om, hur och varför Virtual Reality, i kombination med SketchUp, har potential som representationsform och processverktyg inom landskapsarkitektur.

Tack Anders Westin för din goda handledning genom detta arbete. Tack Werner Nystrand för omslutande inblickar i den virtuella verkligheten. Tack Henrik Fogelklou för att du återuppväckte mitt intresse för omslutande virtuella upplevelser av landskapsarkitektur. Ett stort tack även för allt stöd från familj och vänner under arbetets gång och avslutningsvis tack för att just du tar dig tid att läsa vad jag kommit fram till när jag varit omsluten av digitala fullskalemodeller. Nu ska det bli skönt att återgå till verkligheten!



Malmö, den 27 september 2019

Marcus Ekström

Innehållsförteckning

1 INLEDNING	7
Bakgrund	8
Mål & syfte	9
Frågeställningar	9
Tillvägagångssätt & metod	10
Avgränsningar	11
2 FENOMENET VR	12
Virtuell verklighet som koncept	13
Teknisk beskrivning av samtida VR	15
Risker i virtuella miljöer	19
3 VIRTUELLA UPPLEVELSER AV LANDSKAPSARKITEKTUR	20
Platsförståelse genom perception & kognition	21
Kommunikativa verktyg för platsrepresentation	24
<i>Traditionella representationer</i>	24
<i>Tredimensionella representationer</i>	25
<i>Fullskalemodeller</i>	27
<i>Simulering och interaktiva narrativ</i>	28
Karaktärer för en god virtuell upplevelse	30

4	UTVÄRDERING AV VR-APPLIKATIONER FÖR SKETCHUP	39
	3D & SketchUp	40
	Ramverk för utvärderingen	42
	Utvärdering av VR-applikationerna	46
	<i>Enscape</i>	46
	<i>Prospect</i>	53
	<i>Twinmotion</i>	58
	<i>Fuzor</i>	66
	Resultat av utvärderingen	70
	Scenario med VR-applikationer i designprocessen	73
5	DISKUSSION	76
	Potentialen med Virtual Reality som processverktyg och representationsform	77
	<i>Generellt kring VR</i>	77
	<i>Spel och gamification</i>	78
	<i>VR i olika skeden av processen</i>	79
	<i>Ljud och ljus i VR</i>	80
	<i>Rörelsespårning</i>	81
	<i>Detaljeringsgrad och realism</i>	82
	Avslutande reflektion	83
	Kritik	84
	Förslag för vidare studier	85
	Referenslista	86
	Figurförteckning	89

1 INLEDNING

I denna inledande del presenteras bakgrunden till varför omslutande virtuella upplevelser av landskapsarkitektur utgör ämnet för detta arbete. Detta följs av en beskrivning av det syfte och de mål som önskas uppnås, vilket leder till de frågeställningar som avses besvaras för att nå dit. Slutligen presenteras tillvägagångssättet och den metod som tillämpats för att besvara frågeställningarna, samt vilka avgränsningar som definierats.

Bakgrund

Under landskapsarkitektutbildningen har jag och mina medstudenter lärt oss använda flera kommunikativa verktyg för att uttrycka idéer om föreslagna förändringar i det offentliga rummet. Det främsta kommunikationsverktyget som används är visualiseringar som representerar framtida platser i bild. Traditionellt sett har visualiseringarna framtagits analogt men numera arbetar landskapsarkitekter även digitalt. För att beskriva utformningen av en plats mer än i ord framställs visualiseringar, oavsett digitalt eller analogt tillvägagångssätt, i form av allt från snabba skisser och detaljerade perspektiv av väl valda utsnitt ur projekten till sektioner och planer. Gemensamt för dessa visualiseringstyper är att de är tvådimensionella representationer av det ännu inte byggda. För att ytterligare förklara förändringsförslag konstrueras skalmodeller som tillför en tredje dimension, som rumsligt överensstämmer med verkligheten. Trots den verklighetstroga framställningen genom skalmodellen kan fenomenet “The Gulliver Gap” uppstå, vilket innebär att skalskillnaden mellan människa och miniatyr leder till en icke-förståelse för vad den föreställer (Porter, 1997; Altman & Wohlwill, 1997).

SketchUp är den programvara som i huvudsak används av landskapsarkitekter för att skapa digitala modeller, i vilken det går att genomföra virtuella vandringar. Detta kan minska “The Gulliver Gap”, men en viss distans kvarstår dock mellan människa och virtuell plats, då modellens tredimensionalitet upplevs via en tvådimensionell skärm (Porter, 1997). Parallellt med min tid på utbildningen har utvecklingen av huvudburna bildskärmar och omslutande VR, tekniken som var populär under 80- och 90-talet, nått en punkt där den åter blivit vanlig på konsumentmarknaden, dock främst i underhållande syfte (Nystrand, 2019). I omslutande VR placeras användaren inuti virtuella miljöer som kan upplevas med flera sinnen och i full skala, med kroppen som måttstock. I tillämpningen av VR-upplevelser i landskapsarkitektur ska vi inte tvingas att bli programmerare, utan vi ska enkelt kunna använda tekniken, liksom vi gör med andra redan tillämpade digitala verktyg. En väg att gå för att, brett introducera Virtual Reality i landskapsarkitektutbildningen, kan vara genom SketchUp.

Mål & syfte

Syftet med arbetet är att;

- *Bidra med kunskap om* möjligheterna med att använda Virtual Reality-tekniken inom landskapsarkitektur i stort och som skiss- och processverktyg.

Målen med arbetet är att;

- *Undersöka och beskriva* Virtual Reality som fenomen och hur tekniken används idag.
- *Identifiera och beskriva* Virtual Reality i en landskapsarkitekturkontext genom att undersöka dess potential som representationsform och processverktyg.
- *Utvärdera* applikationer och *ge exempel på* lämplig arbetsmetod för hur landskapsarkitekter kan arbeta med Virtual Reality i designprocessen, kopplat till digital modellering i programmet SketchUp.

Frågeställningar

- *Vad är Virtual Reality?*
- *Hur kan Virtual Reality-tekniken, på ett för landskapsarkitekter hanterbart sätt, tillämpas som representationsform och processverktyg?*
- *På vilka sätt skiljer sig upplevelser i Virtual Reality från traditionella representationsformer?*
- *Vad kan Virtual Reality tillföra i landskapsarkitektur?*

Tillvägagångssätt & metod

Detta masterarbete består av fyra delar, utöver den inledande. Del 2 och del 3 baseras på en teoretisk bakgrundsstudie, kopplad till Virtual Reality-tekniken i relation till modellering och andra representationsformer. Del fyra utgörs av en utvärdering av VR-applikationer, som kartlagts under insamlingen av teoretiskt material. Utvärderingen baseras på ett ramverk med utgångspunkter som definierats och sammanställts, utifrån information som är hämtad från liknande publikationer. Den avslutande delen består av en diskussion som utgår ifrån syfte, mål och frågeställningar som definierats ovan. I diskussionen reflekterar författaren även kring resultaten som framkommit av utvärderingen. Delen avslutas med förslag på vidare studier.

DEL 1 - INLEDNING

Masterarbetet inleds med att syfte, mål, frågeställningar och avgränsningar definieras.

DEL 2 - FENOMENET VR

I denna del genomförs en teoretisk bakgrundsstudie för att söka svar på vad VR är. Dels undersöks konceptet för “virtuell verklighet” och hur det har formats historiskt. Därefter beskrivs tekniken som den ser ut idag.

DEL 3 - VIRTUELLA UPPLEVELSER AV LANDSKAPSARKITEKTUR

Denna del av den teoretiska bakgrundsstudien har som syfte att sätta VR i relation till landskapsarkitektur. Genom att undersöka vad som definierar en god virtuell upplevelse i förhållande till konventionella kommunikativa verktyg inom landskapsarkitektur, samt hur människor uppfattar verkligheten, läggs en grund för utvärderingens uppbyggnad.

DEL 4 - UTVÄRDERING AV VR-APPLIKATIONER FÖR SKETCHUP

I denna del utvärderas de fyra VR-applikationerna Enscape, Prospect, Twinmotion och Fuzor. De valdes ut till utvärderingen baserat på att de går att använda i kombination med Sketchup. Tolv utgångspunkter formulerades baserat på information som framkommit ur bakgrundsstudien för föregående delar. Delen avslutas med att resultatet av utvärderingen presenteras.

DEL 5 - DISKUSSION

I den avslutande delen genomförs en diskussion utifrån arbetets definierade syfte, mål, frågeställningar och resultat. Resultaten som diskuteras är såväl de teorier som framkommit ur bakgrundsstudien, samt resultatet av utvärderingen. Delen avslutas med förslag på vidare studier, relaterade till potentialen med Virtual Reality i landskapsarkitektur.

Avgränsningar

I detta masterarbete sågs en möjlighet att i praktiken skapa omslutande digitala fullskalemodeller för att undersöka upplevelser i virtuella miljöer. Det skulle vara intressant att genomföra en modelleringsprocess från början, men det skulle dock vara mycket tidskrävande och uteblir därav.

Vidare görs en avgränsning som innebär att varken CAVE-miljöer eller AR-system undersöks. Arbetets fokus hamnar helt på omslutande VR, genom huvudburna bildskärmar.

Ytterligare en avgränsning skapas för att uteslutande undersöka virtuella upplevelser i förhållande till digital modellering i programmet SketchUp, med anpassade VR-applikationer, trots författarens vetskap om att andra metoder som är oberoende av programmet existerar.

2 FENOMENET VR

Denna del behandlar vad VR är och vad det är som gör att vi kan uppleva en känsla av närvaro på de datorgenererade platserna som återfinns i omslutande virtuella miljöer. Inledningsvis undersöks vilka faktorer som historiskt drivit den konceptuella utvecklingen av tekniken framåt till det vi idag betraktar som VR. Det historiska avsnittet följs av en undersökning av samtida VR.

Virtuell verklighet som koncept

Virtuell verklighet, i den bemärkelse som det behandlas i detta arbete, är inte en ny företeelse. Trots att teknikens utvecklingskurva stigit markant de senaste tre åren har den pågått i många decennier (Nystrand, 2019). 1960- och 1980-talet ses som viktiga årtionde då det gäller utvecklingen av omslutande VR då den digitala utvecklingen hade nått en punkt som gjorde det möjligt att minska avståndet mellan människa och teknik (Burdea & Coiffet, 2003). Idén om en virtuell verklighet har trots det funnits långt innan begreppet myntades (Wheatstone, 1838; Lanier & Heilburn, 1988). I detta inledande avsnitt beskrivs, i korthet, behovet av och visionerna om virtuell verklighet genom historien. Särskilt viktiga aktörer och visionärer har valts ut för att kronologiskt förklara hur Virtual Reality, som koncept, vuxit fram.

Charles Wheatstone menade under tidigt 1800-tal att visualiseringar av tredimensionella objekt på tvådimensionella ytor inte fullt ut återgav dess verkliga motsvarigheter då det fanns en brist i det upplevda djupet (Wheatstone, 1838). Wheatstone presenterade då ett sätt att skapa en illusion av djup genom att för vardera öga enskilt visa upp två, i förhållande till varandra, något förskjutna skisser av samma scen. Detta simulerade stereoskopiskt seende (Stafford & Terpak, 2001; Wheatstone, 1838). Science Fiction-författaren Stanley G. Weinbaum beskrev senare fiktivt behovet av att uppleva mer än bara bild i representationer med Pygmalion's Spectacles, ett par glasögon som lät bäraren kliva in i och interagera med en virtuell värld av holografi, doft, smak och beröring (Weinbaum, 1935). Likt Weinbaum ansåg filmkonstnären Morton Heilig att framtidens "filmupplevelse" skulle tilltala mer än bara syn och hörsel. Heilig utvecklade en multisensorisk upplevelsemaskin, som lät användaren uppleva dofter, vind och vibrationer, utöver stereoskopiskt ljud och bild (Steinicke, 2016).

I publikationen "The Ultimate Display" beskrev Ivan E. Sutherland konceptuellt den "ultimata bildskärmen". Den skulle kunna simulera en virtuell verklighet till den grad då det inte längre går att märka någon skillnad från den fysiska verkligheten (Sutherland, 1965). Publikationen ledde till att Sutherland, tillsammans med Bob Sproull, utvecklade "Sword of Damocles" år 1968, vilken var den första huvudburna bildskärmen kopplad till en dator. Den var framtagen för att omsluta bäraren i en immersiv upplevelse av en datorsimulerad

tredimensionell miljö (Steinicke, 2016). Med immersion menas att upplevelsen av det datorsimulerade skulle vara så stark, att våra sinnen accepterade den digitala miljön som verklig och värd att involveras i (Jerald, 2016). I nästa avsnitt undersöks immersion vidare då det utgör en essentiell beståndsdel i omslutande virtuella upplevelser av digitala fullskalemodeller. Samma år som Sutherland presenterade Sword of Damocles introducerade Thomas Furness VR-teknik i Förenta staternas flygvapendepartement, då han tog fram en prototyp till en flygsimulator. Prototypen, Super-Cockpit, visade ett virtuellt landskap och avläste piloternas rörelser, samt gav tredimensionellt ljud (Steinicke, 2016). Myron Krueger sammanförde interaktiv konst med VR-teknik och lät deltagarna påverka innehållet i virtuella miljöer genom att styra objekt i dem med hjälp av fysiska kropps rörelser och handgester (Steinicke, 2016). Under 1990-talet avtog dock intresset för omslutande VR, vilket till stor del berodde på dåtidens tekniska begränsningar (Jerald, 2016).

Sammanfattningsvis visar utvecklingen av Virtual Reality som koncept att det funnits en strävan mot att kunna uppleva mer i representationer av verkligheten. Dels gäller det upplevelsen av tredimensionella objekt representerade på tvådimensionella ytor, samt att kunna uppleva den plats en bild föreställer med mer än bara synen. Det finns dock en anledning till att representationer vanligen förekommer i form av visualiseringar, i jämförelse till simuleringar (som låter en uppleva), vilket till viss del beror på att synen är vårt starkaste sinne (Hall, 1990). Illusionen som ges via visualiseringar kan stärkas ytterligare genom att stimulera de andra sinnena, varvid det som representeras tar formen av en simulering (Brooks, 1988). Förhållandet mellan visualisering och simulering blir intressant om Virtual Reality appliceras som representationsform och processverktyg inom landskapsarkitektur och utvecklas därför längre fram (se sid. 28).

Den romantiserade bilden av VR, som en fullständigt simulerad upplevelse av verkligheten, lever kvar än idag och fortsätter driva tekniken framåt. Prototyper utvecklas för att bland annat låta en användare av ett VR-system interagera med virtuella miljöer via helkroppsdräkter, sensoriska rullband och artificiell doft. Dock är detta inte den vanligast förekommande typen av samtida VR, vilken beskrivs i följande avsnitt.

Teknisk beskrivning av samtida VR

Begreppet *Virtual Reality*, på svenska översatt till *virtuell verklighet* men internationellt vanligast förekommande i akronymformen “VR”, beskriver tekniken som möjliggör *immersiva upplevelser* och *slumpmässig interaktion* i *datorsimulerade miljöer* (Delaney, 2014; Mazuryk & Gervautz, 1999). Enligt Jason Jerald utgör immersion den objektiva graden av hur ett VR-system, med applikationer, stimulerar de sensoriska receptorerna, det vill säga sinnesintrycken, hos en användare (Jerald, 2016). Jerald menar att immersionsgraden av en virtuell upplevelse genom ett VR-system beror på en mängd olika faktorer. Dels handlar det om omfattningen av vilka artificiella sensoriska modaliteter som appliceras i form av ljud, bild och fysisk kraft, men också huruvida de överensstämmer med varandra (Jerald, 2016). Vidare är immersion beroende av hur panoramisk den virtuella omgivningen är (där en omslutande 360° sfär är det maximala), samt om den innehåller spatialt ljud och hur brett synfält som förmedlas. Även skärpa och bildhastighet spelar en avgörande roll i immersion, liksom vilka interaktionsmöjligheter som ges. Jerald menar att om en upplevelse i en virtuell miljö ska vara immersiv dessutom krävs att den förses med en berättelse genom ett särskilt scenario (Jerald, 2016). Behovet av en styrande berättelse i ett givet scenario blev tydligt i Werner Nystrands undersökning av hur ett flertal försökspersoner som var omslutna av en virtuell upplevde i en digital fullskalemodell av Tullhusstranden i Simrishamn. De försökspersoner som var skolade i arkitektoniskt tänkande hade inga svårigheter att uppleva de nya elementen som gestaltningen förmedlade, medan lekmännen tenderade att fokusera på annat, såsom den fotorealistiska himlen eller att skulpturerna stundvis rörde på sig. Gemensamt för de flesta var avsaknaden av en platskontext, då det enbart var gestaltningens avgränsade område som återgavs i modellen (Nystrand, 2019).

Med den multisensoriska återkopplingen som kan förmedlas genom omslutande VR, kan en tillräckligt god immersion leda till att en subjektiv känsla av närvaro på den virtuella platsen uppstår hos användaren. Detta kan definieras som en slags illusion. Ju fler sinnen som stimuleras, desto starkare blir illusionen (Arnhem et al., 2018). Avsikten med VR-tekniken som kommunikativt verktyg är att, med ett intuitivt användargränssnitt, minska avståndet mellan användare och teknik. Vidare är det också att “lura” den mänskliga perceptionen att tro att det virtuella är det verkliga (Jerald, 2016). Det är viktigt att belysa att dagens

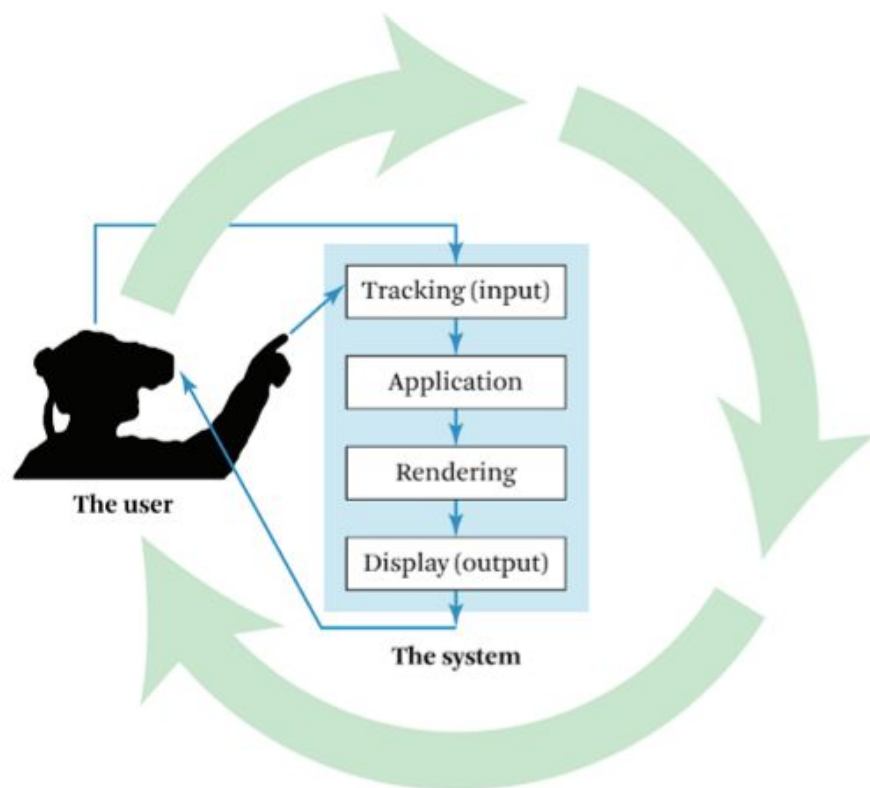
VR-system, oavsett interaktionsnivå, varken återskapar eller ersätter den fysiska verkligheten med alla dess sinnesintryck. Därför är det lämpligare att tala om virtuella upplevelser i virtuella miljöer istället för en virtuell verklighet (Nystrand, 2019).

Den visuella, auditiva och haptiska kommunikationen som ges via samtida VR-system skiljer sig från landskapsarkitektens sätt att kommunicera sina projekt idag, då dessa vanligen enbart presenteras genom visualiseringar, såsom i plan, perspektiv, sektion och modell (Lange, 2002). För att kommunikation mellan människa och dator ska vara möjlig krävs in- och utmatningsanordningar. Konventionellt sett kan exempelvis ett tangentbord och en datormus användas av människan för att ge datorn kommandon. Datorn återkopplar därefter genom att rendera resultatet på en bildskärm och via högtalare (Bowman et al., 2001). Det går alltså att se virtuella miljöer på en tvådimensionell bildskärm, vilken är den metod som vanligen tillämpas av landskapsarkitekter. För att fullständigt omslutas i en immersiv upplevelse av att vara närvarande på en virtuell plats krävs en HMD, en huvudburen bildskärm (Jerald, 2016). Detta arbete är avgränsat till att endast undersöka denna typ av virtuella upplevelser, då de har störst potential att få användaren att uppleva att den befinner sig omsluten av en digital fullskalemodell.



Figur i. HTC Vive; ett mer avancerat VR-system, bestående av handkontroller, en HMD och sensorer.

Den huvudburna bildskärmen består av två separata skärmar som när den sätts på huvudet täcker vardera ögas synfält till fullo. Detta blockerar synintryck från den fysiska verkligheten samtidigt som de tillsammans skapar en stereoskopisk vy som ger en känsla av djup (Nystrand, 2019). De hittills vanligaste återkopplingsformerna genom VR-system är i huvudsak visuella, auditiva och haptiska. Innebörden av detta är att det utöver tredimensionella syn- och ljudintryck i viss mån fysiskt går att röra sig genom och till viss del känna virtuella miljöer. För detta ändamål finns speciellt framtagna handskar och handkontroller (Jerald, 2016).



Figur ii. Flödesschema över hur VR-systemet *spårar > applicerar > renderar > presenterar* användarens rörelser från den fysiska verkligheten i den virtuella.

Upplevelser i omslutande virtuella verkligheter varierar beroende på den interaktionsmöjlighet som förmedlas. Det finns enklare virtuella upplevelser, som ges genom HMD-teknik baserad på användarens mobiltelefon. Genom dessa går det endast att navigera med huvudrörelser (Nystrand, 2019). I en upplevelse som denna blir användaren endast en åskådare, vilket kan liknas vid traditionella sätt att “uppleva” landskapsarkitektens visualiseringar, med skillnaden att de upplevs inifrån perspektivet omslutet av ett sfäriskt 360° panorama (Jerald, 2016). De mer avancerade VR-systemen drivs av datorer med kraftfulla grafikkort och processorer, vilket tillåter realtidsrenderade visualiseringar. Till datorn kopplas systemet som består av en huvudburen bildskärm, handkontroller och sensorer, som läser av användarens huvud-, hand- och kroppsrörelser. Detta medför att användarens rörelse i det fysiska rummet återspeglas i den virtuella miljön (Arnhem et al., 2018). I övrigt navigerar användaren i den virtuella miljön genom att peka mot de platser den vill ta sig, varpå den “teleporteras” dit. Med denna målbaserade navigationsform uteblir behovet av att motoriskt resa i det fysiska rummet för att ta sig från en punkt till en annan i den virtuella miljön, vilket lämnar större utrymme för fokus på den uppgift som användaren arbetar med (Bowman, et al., 2001).



Figur iii-iv. VR-system med olika *interaktionsnivå* och därigenom möjlighet till kontroll.
Till vänster: Handkontrollerna imiterar fysiska handrörelser i den virtuella miljön.
Till höger: Den huvudburna bildskärmen imiterar endast huvudrörelser.

Risker i virtuella miljöer

Att fullständigt omslutas i en immersiv upplevelse av en virtuell miljö innebär också att användarens spatialuppfattande sinnen utesluts ur den fysiska verkligheten, bortsett den kroppsliga närvaron (Jerald, 2016). Synen ser då endast den virtuella miljön i vilken tredimensionella volymer och avstånd ter sig “verkliga”. I själva verket är avståndet till de tvådimensionella skärmarna, som visar upp den virtuella miljön i den huvudburna bildskärmen, bara någon centimeter från ögonen. Detta kan anstränga synen vid längre användning. Hörseln hör endast de ljud som återfinns i den virtuella miljön. Då det är möjligt att fritt förflytta sig i den virtuella miljön, genom teleportation, kan användaren komma för nära de utplacerade ljudkällorna, som är avsedda att höras från längre avstånd. Detta riskerar att skada hörseln då ljudintensiteten kan bli för hög. Flera studier har visat att navigation i virtuella miljöer är svårare än navigation i fysiska (Parush & Berman, 2004; Zacharias, 2005; Vinson, 1999). Om en användare inte kan navigera i den virtuella miljön riskerar den att bli desorienterad, varpå den blir oförmögen att tolka platsbaserad information (Darken & Peterson, 2001). I en virtuell förflyttning genom teleportation kan dessutom yrsel och illamående uppstå, då synen uppfattar rörelsen, samtidigt som kroppen uppfattar att den förblir stillastående.

3 VIRTUELLA UPPELVELSER AV LANDSKAPSARKITEKTUR

Denna del behandlar tillämpningen av omslutande virtuella upplevelser i designprocessen. För att skapa en immersiv upplevelse i en virtuell miljö krävs kännedom om hur människan förstår platser i verkligheten, vilket därför undersöks i det inledande avsnittet. Detta följs av ett avsnitt om de kommunikativa verktyg landskapsarkitekter använder för att representera platser och mynnar ut i en undersökning av tredimensionella representationer genom olika typer av modeller. Om en omslutande virtuell upplevelse av en digital fullskalemodell tillämpas utvecklas visualiseringen till en simulering, vilket möjliggör interaktiva narrativ i landskapsarkitektens språk, varför även detta undersöks i gränslandet mellan verklighet och virtualitet.

Platsförståelse genom perception & kognition

I den vetenskapliga artikeln *A Taxonomy Of Mixed Reality Visual Displays* definierar Paul Milgram och Fumio Kishino förhållandet mellan verklighet och virtualitet (Milgram & Kishino, 1994). De menar att verkliga miljöer innehåller faktiska fysiska objekt, medan virtuella objekt egentligen inte existerar, utan måste simuleras med digitala medel (Milgram & Kishino, 1994). De illustrerar sambandet mellan de båda extremerna med en skala där fysisk verklighet förhåller sig till vänster och virtuell verklighet till höger. Milgram och Kishino menar att det i övergången mellan dessa uppstår en augmented verklighet (AR), i vilken virtuella objekt projiceras i den verkliga miljön och en augmented virtualitet (AV), där verkliga objekt projiceras i den virtuella miljön genom exempelvis laserskanning av terräng (Milgram & Kishino, 1994). I en fullständigt virtuell verklighet återskapas verkliga objekt digitalt och importeras exempelvis in i en virtuell miljö i form av dwg-filer. Enligt Jason Jerald kan verkligheten definieras som objektiv, vilket syftar till hur världen och objekt i den faktiskt är, utan människors uppfattning av den. Genom människors uppfattning och tolkning av världen övergår verkligheter till att definieras som subjektiva. Subjektiva verkligheter uppstår genom människors perception och kognition, samt den kommunikation som förmedlas i miljöer som de vistas i (Jerald, 2016).

I framtagandet av en omslutande virtuell upplevelse av ett landskapsarkitekturprojekt kan människors uppfattning av verkligheten tas i beaktning för att på så många sätt som möjligt simulera det verkliga och förmedla en illusion av att användaren befinner sig i den digitala modellen. Enligt Yi-Fu Tuan uppstår platser [*places*] i människors upplevelser och tankar om rummen [*spaces*] (Tuan, 1974). I relation till detta menar Jeremy Foster att människor skapar sitt förhållande till landskapet genom identifikation och orientering, det vill säga hur och var de befinner sig i det (Foster, 2005). I *Visual Thinking* diskuterar Rudolf Arnheim behovet av detaljrikedom och sammanhang i mänsklig förståelse av platser (Arnheim, 1997). En digital modell med varierande detaljrikedom kan vara en viktig faktor då en hierarki i detaljer mellan olika objekt kan bidra till att styra användaren i en virtuell upplevelse att se de förändringar som landskapsarkitekten skapat (Arnheim, 1997). Vidare menar Arnheim att sammanhang inte enbart handlar om en omgivande kontext, utan även objektens dynamiska sammanhang i relation till varandra över tid, exempelvis hur ett träd förhåller sig till och förändras vid

skiftande säsonger och väderlek (Arnheim, 1997). I ett statiskt utsnitt av en plats representerad i ett perspektiv, förblir stora delar av sammanhanget dolt. I en omslutande virtuell upplevelse av en digital fullskalemodell menar Klas Eckerberg att den slumpmässiga interaktiva friheten som förmedlas kan bidra till ett ökat intresse och en bättre förståelse av sammanhanget, då metoden tar hänsyn till det mänskliga behovet av rörelse för att uppfatta rum och platser (Eckerberg, 2004).

Tuan menar att människan lär känna landskapet genom sinnenas möjligheter och begränsningar, vilket sker på olika sätt beroende på vilket avstånd det upplevs från. På längre avstånd upplevs landskapet med synen och något närmare upplevs det dessutom med hörseln. När landskapet upplevs nära in på kroppen används, utöver syn och hörsel, de mer affektiva sinnena smak, lukt och känsel (Tuan, 1974). Även om vi inte kan tänka på platser och landskap med de affektiva sinnena, då dessa tankar endast sker genom visuella och auditiva processer, kan minnen av platser utlösas vid stimulans av de affektiva sinnena (Hall, 1990; Arnheim, 1997). Därför spelar även olfaktorisk och gustatorisk information, det vill säga intryck genom doft och smak, en stor roll i skapandet av "minnesbilder" av platser, vilka i sin tur kan vara till nytta för orientering, identifikation och navigation i landskapet (Hall, 1990).

Med våra ögon tolkar vi visuell information. Binokulärt täcker det mänskliga synfältet 120° av det horisontella planet. Genom perifert seende uppnår det horisontella synfältet (FOV) en ungefärlig täckning av 200°. Vertikalt täcker synfältet endast 135° (Mazuryk & Gervautz, 1999). Trots att synfältet är begränsat kan människor betrakta ännu större mängder visuell information i sin omgivning genom ögon- huvud- och kroppsrörelser (Jerald, 2016). I en omslutande virtuell upplevelse, genom samtida mer avancerade system, förmedlas ett binokulärt synfält via skärmarna som täcker 110° grader, vilket innebär att det finns risk för bristande immersion då människan i verkligheten kan se mer än vad som visas av den virtuella miljön i den huvudburna bildskärmen (Jerald, 2016). Det är först när den visuella informationen som ligger i ögonens fokus lysas upp av en ljuskälla, exempelvis solen eller en skrivbordslampa, som vi kan se det vi tittar på. Enligt Edward T. Hall kan människor uppfatta stora mängder visuell information inom en 90-meters radie och att interaktion mellan människor på 1,6 kilometers avstånd fortfarande är effektiv (Hall, 1990). I en studie av Kevin

Krischiunas och Don Carona undersöktes från vilket avstånd det mänskliga ögat kunde uppfatta en låga från ett stearinljus, vilket uppmättes vara 2,6 kilometer (Krischiunas & Carona, 2015). Sikten påverkas dessutom av hinder som väderförhållanden, terräng och objekt. En stor skillnad mellan verklighet och virtualitet är den verkliga världens kurvatur. Sedd från en strandkant, av en medellång människa, befinner sig horisonten cirka fem kilometer bort. Om horisonten istället ses från en höjd på 100 meter befinner den sig 36 kilometer bort. Vid en höjd på 10 000 meter blir kurvaturen tydlig, medan den inte existerar i en virtuell återgivning av en verklig plats, då en horisont genom kurvatur inte uppstår på grund av att den inte är bunden till ett klot.

Enligt Hall är den mänskliga rumsförståelsen en dynamisk företeelse då den är relaterad till handling. Med detta menar Hall att människan tolkar en rumslighet utifrån vad som är möjligt att göra i den (Hall, 1990). Då denna tolkning även beror på hur andra människor använder rumsligheten blir detta en viktig aspekt i framtagandet av en virtuell upplevelse. I detta menar Masahiro Mori, med sin hypotes om “the Uncanny Valley”, att människor har lätt för att upptäcka avvikelser i den nivå av mänsklighet som en figur framställs med (Mori et al., 2012). Ursprungligen användes hypotesen för att visa hur människor empatiskt reagerar på människolika robotar, men kan även appliceras på virtuella figurer. Det människolika avser inte enbart utseende utan också beteende. Den graf Mori tog fram för att beskriva “the Uncanny Valley” delades därför in i två delar, där den ena visar stillastående figurer och den andra figurer i rörelse (Mori et al., 2012). Enligt Mori blir den emotionella responsen från en människa mer positiv, ju större likhet figuren delar med denne. Vidare menar Mori att det når en punkt där en alltför lik avbildning som fortfarande har olikheter tolkas som kuslig och väcker obehag (Mori et al., 2012). Enligt Jason Jerald finns det en styrka i enkelhet, varpå han förklarar att immersion i en virtuell miljö inte nödvändigtvis kräver realism och att en stark känsla av närvaro kan uppstå även om både virtuella figurer och objekt framställs i en tecknad stil (Jerald, 2016).

Kommunikativa verktyg för platsrepresentation

Landskapsarkitektens språk utgörs till viss del av tal och skrift, men förekommer idag främst som representativa narrativ. Genom olika visualiseringsverktyg visar dessa dåtida, samtida och framtida platser. För god kommunikation krävs att sändare och mottagare delar uppfattning och har en gemensam referensram. Att enbart representera en plats i ord blir därför riskfyllt. Det är exempelvis sannolikt att människor har olika föreställningar av vad “vattendrag” är. Någon tänker på strömt vatten i en älv som forsar fram i en urban miljö, medan en annan föreställer sig en nätt liten bäck som rinner nedför en slänt i en skog. Föregående mening tyder på att det i text går att förtydliga vilken typ av vattendrag som avsetts beskrivas. Trots förtydligandet föreställer olika läsare sig fortfarande olika vattendrag, skogar och städer baserade på deras tidigare upplevelser som format deras referensram. Av denna anledning är det fördelaktigt att visuellt presentera det specifika vattendraget då det blir en direkt återgivning av sändarens vision.

Traditionella representationer

Genom att komplettera platsbeskrivande ord med visuella representationer av en föreslagen gestaltning uppstår ett representativt narrativ. Det representativa narrativet inom landskapsarkitektur används för att vägleda betraktaren i mottagandet av information om ett gestaltungsförslag. Traditionellt framförs representativa narrativ med ett flertal typer av visualiseringar, däribland planer som används för att exempelvis beskriva övergripande platsförhållande i skala 1:10 000 ner till 1:1 000, eller mer detaljerade situationsbeskrivningar i skala 1:500 ner till 1:50. En studie av nederländska landskapsarkitekter visar att kartor och planer accepteras som en sann återgivning av verkligheten trots att underlag som dessa är framtagna genom att abstrahera verkliga element, samt genom att tillämpa förklarande symboler (Raaphorst, et al; 2017). I abstraktionen riskerar representationen att bli svårtolkad då det krävs en viss förkunskap för att tolka symbolerna, vilket kan förebyggas genom att förmedla en teckenförklaring. Då representationer i plan är begränsade till toppvyer i två dimensioner beskrivs vanligen föreslagna förändringar i landskapet ytterligare via perspektiv som visar, av landskapsarkitekten som “berättare”, valda utsnitt som ramar in delar av förslaget sedda ur betraktarens ögonhöjd. I perspektiven möbleras platserna med möjliga önskvärda scenarion, vilka inte alltid återger en realistisk bild av verkligheten. Perspektiven

beskriver till viss del rumslighet, men förmedlar framförallt känslan av den föreslagna gestaltningens potential som plats, genom den mänskliga interaktionen. För mer tekniska beskrivningar av en gestaltning kompletteras planer och perspektiv med skalenliga sektioner, som exempelvis kan visa topografiska förändringar i genomskärning. Gemensamt för dessa representationsformer är att de är tvådimensionella.

Tredimensionella representationer

Den representationsform som skiljer sig från de ovanstående är skalmodellen som, såväl fysisk som digital, återger det gestaltade förslaget i tre dimensioner vilket gör det möjligt att betrakta det ur flera vinklar (Moon, 2005). I sitt kandidatarbete om *“Digital 3D-visualisering som gestaltningsverktyg för landskapsarkitekter”* kom Anna Norén i kontakt med landskapsarkitekten Torbjörn Andersson, som menade att digitala modelleringsprogram gör det möjligt för alla att skapa välgjorda perspektiv (Norén, 2009). Vidare ansåg Andersson att projekt ofta innehåller element som är svåra att förklara tvådimensionellt, varför det då blir viktigt att visa upp dem med hjälp av modellens tredimensionalitet (Norén, 2009). I masterarbetet *“BIM för landskapsarkitekter”* intervjuade Olle Lenngren den norske arkitekten Åge Langedrag som menade att “3D” är ett universellt språk, vilket gör kommunikation till den största fördelen med modellering (Lenngren, 2012).

Arkitekten Criss B. Mills menar i *“Designing with Models: A Studio Guide to Making and Using Architectural Design Models”* att modeller framställs med olika syften och används under olika delar av designprocessen (Mills, 2005). Enligt Mills tillämpas inledningsvis den mer känslomässiga konceptmodellen, som används för att undersöka det abstrakta i platser, och kan då med fördel representeras med icke-realistiska färg- och materialval för att lyfta fram problematiseringar som framkommit i tidiga skeden (Mills, 2005). Efter konceptmodellen följer skissmodellen, som enligt Mills tillåter snabba och spontana förändringar av rumsligheten (Mills, 2005). Efter flera iterationer i skissmodellsskedet följer presentationsmodellen, som återger den föreslagna designen så gott som färdig, med vilket följer att den utöver att vara detaljrik även bör vara måttspecifik. Vad gäller material konstrueras fysiska presentationsmodeller vanligen i ett enhetligt material för att undvika att brus uppstår i diskussionen om gestaltningen (Mills, 2005). Detta kan även tillämpas i en

digital presentationsmodell. I en omslutande virtuell upplevelse av den bör den materialsättas, då det bidrar till en ökad immersion (Werner, 2019). För att visa platsens sammanhang i det omgivande landskapet används kontextmodellen, vanligen i en hierarkisk ordning där den modelldel som visar projektområdet lyfts fram, varpå det omkringliggande området dämpas (Thunarf, 2015). Enligt Jerald existerar även modeller i vårt medvetande för att vi ska kunna bearbeta rumsliga aspekter av verkligheten (Jerald, 2016). Dessa mentala modeller är subjektiva och baseras på individens tidigare erfarenheter och givna instruktioner om, samt uppfattning av, rumslig information (Jerald, 2016). Förmågan att skapa en mental modell av en plats genom olika typer av representationer kan bidra till en ökad förståelse för den, även om den inte besökts i verkligheten. Genom detta kan den mentala modellen utgöra en underlättande faktor vid navigation och orientering på platser, såväl verkliga som virtuella.

Med 3D-modelleringens framväxt i landskapsarkitekturen har även BIM introducerats för kåren. BIM (*building information modelling*) används för att sammanställa detaljerad information om föreslagen bebyggelse i en kooperativ samordningsmodell. Informationen i en "BIM-modell" är flerdimensionell, då den inte enbart innehåller rumslig data, utan även information om exempelvis leverantörer av införda produkter, dess färg och pris samt när i tiden de ska utföras (Lenngren, 2012). Olika aktörer, som exempelvis arkitekter, landskapsarkitekter och trafikingenjörer kan föra samman gestaltungsinformation för att snabbt finna konflikter och lösningar i gemensamma projekt.

Under gestaltungsprocessen blir informationen mer och mer detaljerad, varför LOD (*level of detail alt. - development*) är ett begrepp som figurerar i dessa sammanhang. LOD kan delas in i fem nivåer: 1) LOD 100, ger konceptuell geometri som en schematisk design och återfinns i koncept- och skissmodeller. 2) LOD 200, ger ungefärlig geometri i preliminära förslag. 3) LOD 300, ger precis geometri som används till konstruktionsdokument. 4) LOD 400, visar hur objekt i en konstruktionsmodell ska tillverkas och monteras. 5) LOD 500, visar förslaget som om det vore byggt (Baker & Garrett, 2011; Wik et al., 2018). Det är metadatan som skiljer BIM från tredimensionell digital modellering (Lenngren, 2012).

Enligt Norén såg Andersson vissa nackdelar med digitala modeller i förhållande till fysiska. Däribland var svårigheten att diskutera idéer med kollegor och beställare som bara gick att återfinna passivt på en skärm då han såg en kvalité i att kunna ta på och röra sig runt fysiska skalmodeller (Norén, 2009). Vad gäller fysiska modeller skriver Norén att Andersson anser att de “vinner över” de digitala, då de är tredimensionella på riktigt, men att de i de flesta fall framställs i för liten skala för att vara greppbara. I texten framkom att Andersson föredrog papper och penna för att förklara sina idéer då det med enkelhet går att peka på och skissa fram det som diskuteras, men att de analoga teknikerna borde kombineras med de digitala (Norén, 2009). Problematiken med en bristande förståelse för skalmodellen som miniatyr kan komma av betraktarens oförmåga att se representationen ur ögonhöjd. I medvetenheten om storleksskillnaden mellan kropp och modell, i kombination med otillräcklig detaljnivå, kan det uppstå en kognitiv svårighet att förstå vad representationen föreställer (Porter, 1997; Altman & Wohlwill, 1997).

Fullskalemodeller

En direkt motsats till skalmodellen som miniatyr är fullskalemodellen som är en tredimensionell representation utan skalförskjutning. Analoga fullskalemodeller används inom arkitekturen för att undersöka situationer i dess verkliga storlek, det vill säga 1:1 (Moon, 2005). Fullskalemodellen är dock ovanlig och används sällan för att presentera ett fullständigt förslag, utan tillämpas för att undersöka delar av det med en detaljnivå som motsvarar den verkliga, exempelvis en trappas estetik och funktion i ett billigare material innan den anläggs (Moon, 2005). Fullskalemodeller är vanligare förekommande i representation av objekt i en mer mänskligt greppbar storlek. Enligt Mark Morris i “*Models: Architecture and the Miniature*” är det viktigt att skilja på skala och storlek, då skalan är relativ och föränderlig och därigenom en kvalitativ aspekt, medan storleken är måttbunden och kvantitativ (Morris, 2006). Digitala modeller framställs vanligen med riktiga mått och ges därför verklig storlek. Vad gäller dess skala beror den på vilket medium som modellen presenteras ifrån. Om exempelvis samma bild av en digital modell ritad med verkliga mått visas på en datorskärm och en projektorduk jämte varandra verkar de vara framställda i olika skala. Det är genom detta resonemang som begreppet digital fullskalemodell används för att beskriva digitala modeller, som presenteras som omslutande virtuella upplevelser genom

huvudburna bildskärmar. Landskapsarkitekturprojekt omfattar vanligen stora ytor vilket gör den digitala fullskalemodellen till ett rimligare alternativ till den analoga.

I en sammanställning av Werner Nystrand i masterarbetet *“Med kroppen som måttstock”* framkom att en betraktare av en modell utan skalförskjutning kan använda den egna kroppen som måttstock för att avläsa information om avstånd till och storlek på olika objekt, samt att textur- och materialförslag kan representeras i sin faktiska storlek (Nystrand, 2019). Vidare förklarar Nystrand att försök där intryck av representationer i form av analoga och digitala fullskalemodeller jämförts med intryck av den verkliga platsen har resulterat i liknande spatiala upplevelser (Nystrand, 2019). Detta visar att rumsförståelsen av omslutande virtuella miljöer kan vara snabb och intuitiv.

Simulering och interaktiva narrativ

Genom att tillämpa omslutande virtuella upplevelser av en digital modell övergår den från att vara en visualisering till att bli en simulering av den plats som representeras då den, utöver bild, förses med ljud och en möjlighet till kroppslig rörelse och fri navigation. I denna övergång förändras även narrativet från att vara representativt till att bli interaktivt. Det interaktiva narrativet i en simulering är friare då det potentiellt tillåter den omslutna mottagaren att avancera från att enbart vara åskådare till att bli en involverad användare som kan uppleva och utforska den digitala fullskalemodellen förutsättningslöst. Väl omsluten av den digitala fullskalemodellen genom ett mer avancerat system ser användaren en virtuell återgivning av handkontrollerna ur ögonhöjd. Om platsen är storskalig, vilket definieras av att den inte går att uppleva till fullo sedd från en punkt, krävs det att användaren navigerar sig genom modellen för att ta del av helheten (Vinson, 1999).

Interaktiva narrativ återfinns vanligen i datorspel, vilka innehåller virtuella landskap som kan utforskas fritt. Trots friheten som ges i ett datorspel förmedlas instruktioner om var spelaren bör gå eller vad den bör göra. För att skapa en omslutande upplevelse av en digital modell med tydliga ramar, kan denna typ av information och instruktioner även förmedlas i interaktiva narrativ skapade av landskapsarkitekten. Att VR-kulturen är starkt förknippad med datorspel borde inte vara ett hinder i användandet av den omslutande tekniken inom

landskapsarkitekturen. Det finns flera exempel på att interaktiva narrativ genom *gamification* tillämpats. Gamification, eller spelifiering, är ett begrepp som beskriver användandet av datorspel i andra sammanhang än som underhållning. I dokumentären "*Gaming the Real World*" utgjorde Minecraft och Cities: Skylines exempel på datorspel som kan användas för att skapa en mer transparent dialog och kollaborativ problemlösning med allmänheten (Gaming the Real World, 2016). Minecraft har grov grafik baserad på kuber, men det mänskliga sinnets förlåtande natur gör att användaren relativt snart accepterar upplevelsen som verklig.

Omslutande Virtual Reality, som flerdimensionellt verktyg, gör det möjligt att undersöka mer än bara rumsligheter i förhållande till kroppen som måttstock. När en användare är omsluten av digitala fullskalemodeller, upplever den att den befinner sig på den virtuella platsen. Upplevelsen av att befinna sig på fysiska, verkliga platser sker inte enbart spatialt, utan också temporalt, då det är en process som förändras över tid. Dels är det människor och djur i rörelse som levandegör landskapet, men även fysiska förändringar i landskapet över tid (Hall, 1990). En välplanerad gestaltning bör låta människor bruka en plats oavsett tid på dygnet, vilken säsong det är eller vilket väder som råder. Genom att ta hänsyn till hur det verkliga rummet upplevs och se på tid som en fjärde dimension, att beakta vid gestaltning av nya miljöer, kan landskapsarkitekter och beställare både undersöka och diskutera upplevelser i den omslutande virtuella miljön. Exempelvis kan denna typ av diskussion undersöka hur en ljussättning påverkar en plats nattetid, eller hur den upplevs under en snöstorm. Vidare kan visuella förhållanden av hur en trädrad förändras under ett sekel undersökas genom den fjärde dimensionen. Omsluten i virtuella miljöer går det att uppleva spatialt ljud i förhållande till den egna kroppens placering i rummet, vilket kan utveckla landskapsarkitektens sätt att tänka kring sina projekt.

Karaktärer för en god virtuell upplevelse

För att formulera utgångspunkter för en utvärdering av VR-applikationer, som går att använda i kombination med SketchUp, är det intressant att se till tidigare genomförda undersökningar. Nedan beskrivs två studier, varav den ena definierade vad en VR-applikation bör förmedla och den andra definierade vad en god virtuell upplevelse bör innehålla.

I publikationen "*Comparing the Capabilities of Virtual Reality Applications for Architecture and Construction*" presenterade Yilei Huang och Temitope Odeleye en jämförelse av åtta olika VR-applikationer (Huang & Odeleye, 2018). De utvärderade applikationerna utifrån vilka förmågor de hade gällande: *hårdvarustöd, funktioner, kollaboration, stödda filformat* och *licenskostnad* (Huang & Odeleye, 2018).

Hårdvarustöd användes för att se vilken typ av in- och utmatningsanordningar som stöddes av applikationerna. De gjorde dock enbart sina mätningar utifrån de mer avancerade VR-systemen HTC Vive och Oculus Rift, samt traditionell styrning via tangentbord och dattormus (Huang & Odeleye, 2018).

I detta arbete är hårdvarustöd inte relevant mer än i fråga om den virtuella upplevelsen kan ges i både enklare och mer avancerade system. Kan den även visas i enklare system, ökar potentiellt sett användbarheten och spridningen av upplevelsen. Många av dagens smarta mobiltelefoner har förmåga att visa VR, genom tillägg som Google Cardboard, som dock begränsar interaktiviteten.

Funktioner användes för att utvärdera parametrarna *navigation, verktyg* och *simulation*.

Med **navigation** jämfördes möjligheten att *ställa in användarens virtuella längd, gå med knapp, gå fysiskt, teleportering, teleportera till vy, rotera vy, rotera miniatyr, skalförändra miniatyr* (Huang & Odeleye, 2018). Navigation är viktig del att utvärdera för en god virtuell upplevelse av ett landskapsarkitekturprojekt, då det kan ge känslan av hur gestaltningen låter användaren röra sig genom rummet, eller rent av stanna upp och betrakta en viss utsikt. Det blir en parameter för att mäta på vilka sätt det går att ta del av den digitala modellen. I detta

blir det intressant med skalförändring, vilket kan förvandla den digitala fullskalemodellen till en digital miniatyrmodell.

Med **användarverktyg** jämfördes möjligheten för *måttagning, markering, ögonblicksbild, spara vy, lager på/av, objektinformation* och *sektion* (Huang & Odeleye, 2018).

Användarverktyg i den virtuella upplevelsen avgör hur användaren kan påpeka styrkor och brister i ett förslag, vilket blir en viktig utgångspunkt i designprocesser som är inriktade på bottom-up-strategier där brukarna är med och utformar gestaltningen.

Med **simulation** jämfördes möjligheterna till *materialförändring, objektförflyttning, objektinteraktion, dagsljussimulation, ljussättningsimulation* och *objektsimulation* (Huang & Odeleye, 2018). Simulation som parameter ger en god virtuell upplevelse om användaren kan påverka miljön, i form av väder, tid och material. Om användaren dessutom kan påverka positionen av olika objekt kan det bidra ytterligare till ett stärkt brukarperspektiv i kommunikationen mellan olika aktörer, såsom landskapsarkitekter, beställare och brukare.

Kollaboration användes för att undersöka om det var möjligt för flera användare att dela den virtuella upplevelsen genom att omslutas av digitala fullskalemodeller via huvudburna bildskärmar (Huang & Odeleye, 2018). En virtuell upplevelse som ges i en huvudburen bildskärm omsluter användaren av den virtuella miljön, samtidigt som det utesluter andra. Därför blir det viktigt att undersöka hur kollaboration kan fungera. Om det inte är möjligt för flera att omslutas av den virtuella upplevelsen, bör VR-applikationen förmedla ett alternativt sätt att, för andra, visa vad användaren ser och gör i den virtuella miljön.

Stödda filformat användes för att se vilka digitala modelleringsprogram som kunde kombineras med VR-applikationerna (Huang & Odeleye, 2018). Detta kommer inte att undersökas vidare i utvärderingen som följer, då det redan fastställts att samtliga applikationer stödjer SketchUp. I detta blir det dock intressant att undersöka på vilket sätt SketchUp stöds, det vill säga om applikationen är kompatibel som tillägg eller fristående

program, vilket påverkar svårighetsgraden av hanterbarheten. Ett fristående program kräver mer inläring än ett tillägg då det sistnämnda betraktas som mer lätthanterligt genom att det till största del baseras på de funktioner som finns i SketchUp. I ett fristående program importeras SketchUp-modellen och anpassas till dess funktioner och kan därigenom vara något svårare för landskapsarkitekten som skapare att ta till sig. Även om antalet stödda filformat inte undersöks är det värt att betänka att andra professioner inom planering och gestaltning kan vara vana vid andra program än SketchUp, vilket innebär att en VR-applikation som stödjer flera filformat kan användas för att sammanställa ritningar och modeller från exempelvis arkitekter, trafikingenjörer och landskapsarkitekter.

Licenskostnad användes för att jämföra prisskillnaderna mellan applikationerna då dessa kan påverka beslutet om vilken av dem som bör tillämpas (Huang & Odeleye, 2018). Att jämföra de olika licenskostnaderna påverkar inte den virtuella upplevelsen men kan vara relevant att undersöka vid introduktionen av virtuella upplevelser av digitala fullskalemodeller i landskapsarkitektutbildningen.

Mest relevant att hämta ur Huang och Odeleyes jämförelse för utvärderingen i detta arbete bedöms i huvudsak vara applikationsfunktionerna *Navigation*, *Användarverktyg* och *Simulation*, då dessa användes för att jämföra faktorer som bidrar till immersion och känslan av närvaro i den virtuella upplevelsen. *Kollaboration* anses också vara en viktig aspekt för denna utvärdering, då en omslutande virtuell upplevelse riskerar att vara exkluderande, men istället borde bidra till diskussioner mellan olika aktörer som driver designprocessen framåt.

I framtagandet av en virtuell upplevelse genom SketchUp är det dessutom intressant att se till Werner Nystrand som i masterarbetet "*Med kroppen som måttstock*", skapade en virtuell upplevelse av Tullhusstranden i Simrishamn genom spelmotorn 3DS Max Interactive, med en modell framtagen i det digitala modelleringsprogrammet Autodesk Revit (Nystrand, 2019). Trots att upplevelsen togs fram med andra medel än de som detta arbete är avgränsat till, är det högst relevant att se till Nystrands sammanställda riktlinjer i hierarkisk ordning. Detta eftersom de definierar vad som bör ingå i en virtuell upplevelse av ett gestaltungsförslag. Nystrand menade att förslaget bör (1) *vara materialsatt*, (2) *erbjuda olika visningsmetoder*, (3) *förses med ljud*, (4) *erbjuda olika kontrollmetoder*, (5) *erbjuda olika representationsmetoder*, (6) *ha tydliga målpunkter*, (7) *ha en lockande och beskrivande titel*, (8) *ha någon form av för användaren mätbar feedback* och (9) *implementera någon form av rörelsespårning* (Nystrand, 2019).

Bör vara materialsatt baserades på Dalholm och Mitchell som menade att försök med fysiska fullskalemodeller utan texturer visat en svårighet hos icke-skolade försökspersoner att förstå gestaltungsförslaget (Dalholm & Mitchell, 1996).

Trots detta menade Niklas Bosrup, som är ansvarig landskapsarkitekt för gestaltningen av Tullhusstranden, att det kan finnas en fara i att materialsätta en modell med realistiska material i ett tidigt skede i designprocessen då det kan skapa förvirring från beställarens sida (Nystrand, 2019). Detta stärks av Mills tankar om *koncept-* och *skissmodeller*, i vilka materialen inte framställs realistiska (Mills, 2005). Rimligtvis kan en materialsatt modell göra det lättare för användaren att skilja på olika objekt och volymer, vilket även gäller möten mellan abstrakta material, exempelvis i form av enfärgade fält. I en modell som inte materialsätts kanske volymskillnader kan framhävas genom skuggsättning, då även det ger en variation i valör.

Bör erbjuda olika visningsmetoder baserades dels på Hornyánszkys och Dalholms teorier om att en ökad rumsförståelse kan uppstå om användaren utsätts för olika skalor och medium som beskriver platsen som representeras (Hornyánszky & Dalholm, 1998).

Riktlinjen utgick även från behovet av att kunna dela upplevelsen av den digitala modellen med andra genom att exempelvis visa den i en huvudburen bildskärm och en “social” skärm samtidigt, såsom en skrivbordsskärm eller en projektorduk, för att kunna uppleva den i grupp (Johansson et al., 2015).

Att kunna dela upplevelsen av den digitala modellen stämmer överens med Huang och Odeleyes kollaborationsparameter. När **kollaboration** används som utgångspunkt för denna utvärdering ska det finnas en distinktion mellan om en fullständig kollaboration i *omslutande VR* är möjlig eller om merparten av gruppen deltar via *skrivbords-VR*, med vilket menas att den virtuella miljön upplevs från en platt skärm.

Bör erbjuda olika representationsmetoder, vilken Nystrand placerade på femte plats i den hierarkiska ordningen, togs fram med samma resonemang som för ovanstående riktlinje men syftar mer ingående på att det inuti den virtuella upplevelsen bör finnas möjlighet för användaren att orientera sig och navigera i den digitala modellen via alternativa platsrepresentationer (Nystrand, 2019).

Nystrands riktlinjer för visning och representation stämmer överens med Huang och Odeleyes navigationsparameterar. Det blir tydligt att en god förståelse av det virtuella rummet kan stärkas av att låta användaren utsättas för fler orienteringsmöjligheter. Genom detta utformas utgångspunkterna **skalförändring** och **minikarta**, där skalförändring används för att utvärdera om den digitala fullskalemodellen kan krympas för att få en överblick av helheten. Minikarta har samma syfte men kräver inte att modellens skala förändras. Den planvy som en minikarta förmedlar i den virtuella upplevelsen för att öka orienterbarheten påminner om hur människor använder såväl analoga som digitala kartor för att nå målpunkter i den fysiska verkligheten som de inte tidigare besökt. Om en skalmodell och en karta används i vägledande syfte skulle det eventuellt vara intressant att se till direktiv genom

muntliga riktningsanvisningar, då även dessa som medium bidrar till en ökad rumsförståelse som låter mottagaren skapa en mental modell över platsen.

Bör förses med ljud utgick ifrån Järvinen som menade att de visuella intrycken som ges i spelupplevelser stärks av ljud vilket även gäller virtuella upplevelser av landskapsarkitekturprojekt. Detta ökar både trovärdigheten och immersionen vilket därigenom även kan leda till en starkt känsla av närvaro i den digitala modellen (Järvinen, 2002).

Att representera en plats virtuellt genom att ljudsätta en digital modell är en viktig aspekt i att transformera en visualisering till en simulering. Ett samspel mellan ljud och bild ger en verkligare upplevelse av det virtuella än om enbart en sensorisk modalitet skulle förmedlas. Genom detta blir det högst relevant att undersöka VR-applikationernas möjlighet att tillämpa ljud i digitala modeller med utgångspunkten ***ljudsättning***. Dels skulle det kunna undersökas om det går att ljudsätta modellen, samt vilken mängd ljud som isåfall erbjuds i grundutbudet. Värt att reflektera kring är hur realistiskt det virtuella ljudet beter sig då ljudvågor i verkligheten exempelvis studsar och därigenom kan dämpas när de kommer i kontakt med fysiska objekt. Om det virtuella ljudet inte beter sig som sin verkliga motsvarighet kan det riskera att ge en missvisande upplevelse av hur det anlagda förslaget kommer att bli.

Bör erbjuda olika kontrollmetoder baserades på Boyle och Connolly som menade att en spelupplevelse är beroende av enkelheten att kontrollera den då det påverkar viljan att ta del av upplevelsen (Boyle & Connolly, 2008). Genom detta menar Nystrand att en ökad valbarhet mellan olika metoder för att kontrollera upplevelsen bör förmedlas (Nystrand, 2019).

Denna riktlinje kräver inte mycket reflektion utan ses som självklar att använda som utgångspunkt i utvärderingen av applikationerna, vilken definieras som ***interaktion***. Den behandlas på samma vis som Huang och Odeleye behandlade parametrarna för att mäta

applikationernas funktioner. Är inte användaren villig att ta del av den virtuella miljön på grund av att kontrollmetoden på en subjektiv nivå är för svår att hantera misslyckas försöket med en omslutande virtuell upplevelse av en digital modell. I dessa fall kan modellen ändå tas del av via en platt skärm, varpå immersionen går förlorad. Vad gäller interaktion med den virtuella miljön är det enbart de handhållna kontrollerna, likt de till en HTC-Vive, som kan simulera användarens händer virtuell i förhållande till dess fysiska position, vilket bidrar till en ökad immersion. Det är värt att betänka att känslan av närvaro i den digitala fullskalemodellen som kommer med den höga immersionsgraden inte går att uppnå på samma sätt om andra kontrollmetoder används. Dessa skulle kunna vara mus och tangentbord, eller en tv-spelskontroll, eftersom att avståndet mellan människa och dator ökar.

Bör ha tydliga målpunkter utgick ifrån Almeida med flera, som menade att en genomsnittlig spelare av ett datorspel endast upplever ca 25% av spelmiljön, vilket kan förändras genom att framhäva vägledande målpunkter (Almeida et al., 2016).

Att en virtuell upplevelse av en digital fullskalemodell bör ha tydliga målpunkter är inte nödvändigtvis en faktor som är typisk för en god virtuell upplevelse. Tydliga målpunkter är en aspekt som påverkas av själva gestaltningen genom exempelvis siktlinjer och landmärken. Dock kan en virtuell upplevelse av en digitalt representerad plats, till skillnad från den verkliga platsen, förstärkas och förses med vägledande information. Det är alltså inte en fråga om vägskyltar och trafiksymboler. Om gestaltningen innehåller vägledande element som återfinns i den verkliga världen, kan dessa användas i kombination med virtuella målpunkter för att öka orienterbarheten. Rimligtvis ersätts dock reklamskyltar med information om projektet. Den virtuella målpunkten borde genomföras på ett sätt som överstiger det som är fysiskt möjligt, för att på så sätt vägleda användaren till platser och element som landskapsarkitekten anser är extra viktiga för gestaltningen. Exempelvis skulle det gå att applicera en i luften fritt svävande pil, som pekar mot dem eller en text som beskriver dem. I både pilens och textens fall är dessa genomförbara redan i SketchUp. Detta i kombination med att målpunkter och landmärken utformas som en del av gestaltningen gör att riktlinjen inte ses som nödvändig i utvärderingen av VR-applikationerna.

En virtuell målpunkt som ibland tillämpas som vägledande element i datorspel är ***ljussättning*** av viktiga objekt. Även upplysta verkliga platser ger en tydlig riktning för den som befinner sig på dem. Ljussättning är därför en viktig utgångspunkt att utvärdera även för en virtuell upplevelse av en digitalt representerad plats.

En annan aspekt som både lockar och påverkar hur människor rör sig på platser är huruvida dessa är befolkade. Av denna anledning är möjligheten att ***befolka*** den virtuella upplevelsen en utgångspunkt som utvärderas. Här tas Moris teori om “the Uncanny Valley” i beaktning, varpå dynamiska (animerade) figurer jämförs med statiska.

Bör ha en lockande och beskrivande titel baserades på Sailer med flera, som menade att en titel som inleder upplevelsen förbereder användaren på vilken atmosfär som väntar (Sailer et al., 2017).

Behovet av en lockande beskrivande titel är, liksom målpunkter, inte specifikt för en god virtuell upplevelse, utan finns även i traditionella landskapsarkitekturprojekt. Riktlinjen kommer inte att ingå i utvärderingen då det, som nämnts ovan, är möjligt att föra in text redan i SketchUp. Trots detta är det viktigt att fundera på hur en lockande och beskrivande titel kan tillämpas för att inleda upplevelsen, vilket skulle kunna göras i en separat, avskärmad del i modellen. Det är i slutändan upp till den landskapsarkitekt som skapar upplevelsen.

Bör ha någon form av för användaren mätbar feedback utgick från Cashmans teori om att skapa en tydlig relation mellan en datorspelares ansträngning och resultat genom att mäta och presentera dess framsteg och avklarade uppgifter (Cashman, 2010).

Ur användarsynpunkt är detta en intressant riktlinje som skulle kunna användas för att förmedla hur stor del av upplevelsen som är genomförd. Det är ett vanligt grepp i datorspel som visar statistik över hur stor del av den virtuella miljön som upptäckts, eller hur många objekt som användaren samlat eller interagerat med. Det kan dock finnas en fara med att i för

hög grad jämföra en virtuell upplevelse av ett landskapsarkitekturprojekt med en virtuell upplevelse av ett datorspel. Det är värt att reflektera kring hur många spellika element som bör appliceras i en platsgestaltning som presenteras som en omslutande virtuell upplevelse av en digital fullskalemodell.

Bör implementera någon form av rörelsespårning utgick också från Almeida med flera, enligt vilka en kartläggning av olika användares rörelser i en virtuell upplevelse kan sammanställas för att visa vilka områden, riktningar och rörelsemönster som utforskats (Almeida et al., 2016).

Förmågan att kunna spåra och kartlägga rörelser blir intressant när olika användares insamlade data jämförs med varandra för att kunna utvärdera brister och styrkor i förslaget. Att spåra hur användaren rört sig i modellen är en aspekt i detta men det är också intressant för landskapsarkitekten att i efterhand kunna se vad användaren sett under den virtuella upplevelsen och av denna anledning är även Huang och Odeleyes jämförda verktygsparametrarna *ögonblicksbild*, *spara vy* och *markering* relevanta att utvärdera. Genom detta formuleras utgångspunkten ***rörelsespårning***.

4 UTVÄRDERING AV VR-APPLIKATIONER FÖR SKETCHUP

I denna del undersöks hur virtuella upplevelser av landskap i digitala modeller kan förmedlas genom SketchUp. Undersökningen görs genom en utvärdering av VR-applikationerna Enscape, Prospect, Twinmotion och Fuzor. Utvärderingen består av ett ramverk med utgångspunkter som formuleras utifrån aspekter som uppkommit i teoridelarna, i relation till tidigare genomförda studier av 3D-modellering och Virtual Reality.

3D & SketchUp

I detta arbete har en avgränsning varit att finna sätt att applicera omslutande virtuella upplevelser som representationsform och processverktyg inom ramen för vad som redan är känt av landskapsarkitekter. I en undersökande utvärdering av samtida applikationer för 3D-visualisering gjord av Jie Yan framkom att 93% av 341 tillfrågade yrkesverksamma landskapsarkitekter använde sig av SketchUp, varav endast 30% använde det dagligen (Yan, 2014). Resultaten från Yans undersökning skulle hypotetiskt, utifrån den allmänna uppfattningen, stämma överens med hur programmet används av SLU-studenter idag. SketchUp är intressant att utgå ifrån i introduktionen av VR-applikationer då det är det enda digitala 3D-modelleringsverktyg som lärs ut under landskapsarkitektutbildningen vid SLU Alnarp och Ultuna.

För framtida utveckling av digitala modelleringsverktyg visade Yans undersökning att över 50% var överens om att det krävs en förenklad inlärningsprocess, lägre investeringskostnader, mer realistisk representation av växter, stora textur- och materialbibliotek och bättre renderingskvalitet (Yan, 2014). Enligt Yan var även 30% av de tillfrågade starkt överens om behovet av en ökad effektivitet av verktyg för navigation och orientering och lätthanterlig internetbaserad presentation, samt förbättrad interaktivitet med både beställare och allmänhet (Yan, 2014). Yans resultat stärks genom att ställa det i relation till Jörg Rekittke och Philip Paar som i *“Real-Time Collage in Landscape Architecture”*, från 2008, reflekterade över det optimala digitala modelleringsverktyget som enligt dem skulle kunna stödja snabba 3D-skisser och skissartade renderingar som SketchUp, men samtidigt kunna förmedla fotorealistiska realtidsrenderingar och detaljerad interaktiv virtuell vegetation som en spelmotor (Rekittke & Paar, 2008). Med detta som utgångspunkt undersöks SketchUp som lämpligt program i kombination med olika VR-applikationer för att tillämpa virtuella upplevelser av landskapsarkitektur.

I SketchUp (2019) möts användaren av en tom tredimensionell ritmiljö i vilken det går att skapa konturlinjer i tre led som därefter kan göras om till ytor. Det går dessutom att importera planritningar och höjddata som exempelvis är framtagna i AutoCAD, vilka då kan bearbetas i den tredimensionella ritmiljön. Genom att förse den digitala modellen med geodata såsom

longitud-, latitud- och terränginformation kan den få en geografisk plats som virtuellt motsvarar den verkliga. Programmet har ett öppet objektbibliotek, 3D Warehouse, som bland annat innehåller digitalt representerad växtlighet, fordon och människor. När modellen är försedd med geografisk information och är möblerad med digitala objekt, som exempelvis träd och hus, kan landskapsarkitekten genomföra skuggstudier i realtid för att se hur den virtuella solen samspelar med de digitala volymerna, dels under olika tider på dygnet, men också hur det förändras under året.

Ur Yans studie framkom att det finns en allmän uppfattning av att SketchUp är intuitivt och lätt att använda, men att det som representationsverktyg är begränsat och rent av ger livlösa visualiseringar. Programmet går dock att kombinera med diverse tredjepartslösningar, så kallade *plug-ins* och *extensions*, som på olika sätt förändrar grundprogrammet utifrån användarens önskemål. I detta arbete har en kartläggning av lämpliga tredjepartslösningar genomförts för att presentera hur omslutande virtuella upplevelser kan uppnås genom SketchUp, då det är ett digitalt verktyg som redan är känt av landskapsarkitekter. För att utifrån följande utvärdering kunna tillämpa en virtuell upplevelse av ett landskapsarkitekturprojekt förutsätts därför dels att landskapsarkitekten har grundläggande kunskaper i det digitala modelleringsverktyget SketchUp, samt att denne har tillgång till lämplig hårdvara. Med lämplig hårdvara menas ett mer avancerat VR-system så att landskapsarkitekten för medarbetare och beställare ska kunna förmedla en omslutande och interaktiv virtuell upplevelse av den digitala fullskalemodellen, samt att datorn som används för att driva den huvudburna skärmen har kapacitet nog att hantera tekniken.

Ramverk för utvärderingen

VR-applikationerna som utvärderas är *Enscape*, *Prospect*, *Twinmotion* och *Fuzor*. Dessa valdes ut under en kartläggning av VR-applikationer som går att använda med SketchUp. Kartläggningen gjordes i den teoretiska bakgrundsstudien, i vilken andra applikationer förekom. Dock var många av dessa inte kompatibla med SketchUp. Samtliga av de utvalda applikationerna stödjer mer avancerade VR-system, vilka möjliggör immersion och fri interaktion i virtuella miljöer. Detta återkopplas Eckerbergs påstående om att slumpmässig interaktion tar hänsyn till människans behov av rörelse för att avläsa rumsligheter (Eckerberg, 2004). Detta skiljer sig från en virtuell upplevelse genom ett enklare system, som inte kan förmedla fri interaktion, utan istället förmedlar sfäriska 360° panoraman utifrån utvalda perspektiv.

För att utvärdera de kartlagda VR-applikationerna skapas ett ramverk med utgångspunkter utifrån vilka det ska gå att jämföra användbarheten med dem genom designprocessen, både som processverktyg och representationsform. Som processverktyg utvärderas aspekter som när och hur de kan användas i landskapsarkitekters arbetsprocess. Som representationsform utvärderas vad som kan renderas och simuleras, samt hur det går att ta del av materialet.



Figur v-viii. Logotyper för de fyra VR-applikationerna som utvärderas.

Värt att notera är att VR-applikationerna som utvärderas kan användas till andra digitala 3D-modelleringsprogram än SketchUp, däribland Revit. Detta innebär att om den digitala modelleringstrenden som framkom i Yans studie vänder, kan resultaten från utvärderingen fortfarande appliceras. Detta förutsätter dock de aspekter som utvärderas förblir i sitt nuvarande läge och att utvecklingen av VR-applikationerna stannar upp, vilket är rimligt att anta att så inte blir fallet. Resultatet av utvärderingen fyller ändå arbetets syfte att bidra med

kunskap om möjligheterna med att använda Virtual Reality-tekniken inom landskapsarkitektur i stort och som skiss- och processverktyg, för att den landskapsarkitekt som är intresserad ska kunna tillämpa virtuella upplevelser i designprocessen redan idag. Nedan presenteras utgångspunkterna, utan avsedd hierarkisk ordning.

Sammanhang

Baserat på Rudolf Arnheims tidigare presenterade teorier definieras utgångspunkten *sammanhang* som utvärderas för att mäta de olika applikationernas förmåga att skapa en omgivande kontext. En omgivande kontext sätter den digitala fullskalemodellen i relation till den faktiska miljö som den föreslagna platsen senare ska anläggas i.

Materialbibliotekets grundutbud

Vad gäller förmågan att kunna materialsätta förslaget, baseras en utgångspunkt för denna utvärdering på *materialbibliotekets grundutbud* i de olika applikationerna, vilket stämmer överens med Yans resultat av yrkesverksamma landskapsarkitekters önskan om framtida utveckling av 3D-modelleringsprogram. Utgångspunkten används med förutsättning av Nystrands riktlinje om att en digital modell bör materialsättas. Varför grundutbudet används som utgångspunkt beror på att skaparen själv skulle kunna lägga till egna material, som eventuellt är försedda med flera lager av bilder, för att ge ett intryck av att det har mer realistiska texturegenskaper.

Realistisk växtrepresentation

Fortsatt baserat på Yans resultat blir även *realistisk växtrepresentation* en utgångspunkt som utvärderas utifrån det utbud som förmedlas i respektive applikations objektbibliotek. Utgångspunkten går i konflikt med resonemanget om att realism inte är en nödvändig aspekt för immersion och tidiga modellskeden, men ses som viktig då realistisk virtuell vegetation kan användas i virtuella upplevelser som representationsform av presentationsmodeller. I detta spelar Arnheims tankar om sammanhang en betydande roll, i samspelet mellan virtuella objekt och simulerade element.

Tidsförändring

Ur Arnheims teorier om samspel mellan objekt och tid kommer därigenom utgångspunkten *tidsförändring*, vilken utvärderar om det möjligt att simulera olika tider på dygnet och olika säsonger under året.

Ljussätta

Att utvärdera applikationerna utifrån utgångspunkten *ljussätta* kommer som en följd av möjligheten till tidsförändring. Detta beror dels på att ljusinstallationer är en essentiell del i landskapsarkitektur då framtida platser bör upplevas som trygga även på natten. Går det att simulera natt är det därför eftersträvansvärt att simulera ljus. Baserat på Nystrands riktlinje om målpunkter kan ljussättning dessutom tillämpas för att locka och vägleda användaren i den virtuella miljön.

Befolka

Utgångspunkten *befolka* baseras på Moris idéer om “the Uncanny Valley” och är viktig att utvärdera för att kartlägga den virtuella upplevelsens förmåga att simulera en verklig plats. Då ett gestaltungsförslag i den virtuella miljön blir en simulering av en framtida plats värdesätts huruvida figurerna som befolkar modellen är statiska eller dynamiska. Även denna utgångspunkt är ett resultat av Nystrand riktlinje om målpunkter, då ett kluster av virtuella skulpturer kan locka till sig användaren.

Ljudsätta

Baserat på Jeralds beskrivning av att immersion kräver flera sensoriska modaliteter blir utgångspunkten *ljudsätta* en viktig del av att simulera en framtida plats i en omslutande virtuella upplevelse. Även Nystrand beskriver vikten av att använda ljud för att stärka det visuella. Genom att tillämpa ljud i den virtuella upplevelsen kan den i större grad efterlikna upplevelsen av verkligheten. Det skulle dessutom innebära en ny dimension i gestaltning för landskapsarkitekter. Genom att arbeta med ljud i en tredimensionell miljö går det att simulera hur ljudmiljön på den verkliga platsen kan komma att påverkas av gestaltningen.

Skalförändra

Utgångspunkten *skalförändra* blir en essentiell del för navigation i omslutande digitala fullskalemodeller. Vid desorientering försvåras förmågan att bearbeta information i den virtuella miljön. Om användaren har möjlighet att förändra modellens skala från full till miniatyr förenklas rimligen förståelsen för det sammanhängande förslaget. Utgångspunkten går i enighet med såväl Huang och Odeleyes jämförelse av funktion för navigation, samt Nystrands riktlinje om olika representationsformer.

Minikarta

Liksom skalförändring utvärderas utgångspunkten *minikarta* för att undersöka på vilken nivå de olika VR-applikationerna kan underlätta navigation i den virtuella miljön.

Interaktion

Utgångspunkten *interaktion* används för att utvärdera hur stor frihet användaren har i den virtuella upplevelsen genom de olika VR-applikationerna. Enligt Eckerberg ger större frihet en ökad vilja att upptäcka och ta del av information i den digitala modellen. Genom att undersöka vilka interaktiva egenskaper VR-applikationerna kan förmedla ges en tydligare uppfattning av när det är lämpligt att applicera dem i designprocessen.

Kollaboration

Baserat på Huang och Odeleyes parameter med samma namn utvärderas utgångspunkten *kollaboration*. Ett samarbete i en omslutande virtuell miljö innebär en unik upplevelse av en digital modell, som skulle efterlikna ett samarbete med en fysisk miniatyrmodell, bortsett kravet av att befinna sig på samma plats fysiskt.

Rörelsespårning

Utgångspunkten *rörelsespårning* baseras, i kombination med Huang och Odeleyes verktygsparamter, på Nystrands nionde riktlinje för vad en god virtuell upplevelse bör innehålla. Genom att i efterhand kunna spåra en omsluten användares rörelser i den virtuella miljön underlättas vidare arbete med gestaltningsförslag och nya designiterationer.

Utvärdering av VR-applikationerna

I avsnittet ovan definierades ett ramverk med utgångspunkter som i detta avsnitt används för att utvärdera VR-applikationernas potential som representationsform och processverktyg inom landskapsarkitektur. Nedan utvärderas Enscape, Prospect, Twinmotion och Fuzor vilka kan användas i kombination med SketchUp för att skapa omslutande virtuella upplevelser av digitala fullskalemodeller. För att ytterligare beskriva de utvärderade utgångspunkterna används bilder från applikationerna. Det problematiska med detta är att det blir visuellt svårt att presentera essensen av ett interaktivt narrativ i en omslutande virtuell upplevelse på grund av det statiskt tvådimensionella format som detta pappersark är begränsat till.

Enscape

Enscape är en tredjepartslösning som kan användas som en plug-in till SketchUp för att på ett mer realistiskt sätt framställa realtidsrenderingar av digitala modeller. Via ett mer avancerat system bestående av en huvudburen bildskärm, handkontroller och rörelseavläsande sensorer kan den digitala modellen då upplevas immersivt under en realtidsrendering. Detta innebär att landskapsarkitekten, som skapare, kan se vad användaren som är omsluten i den virtuella miljön upplever på en tvådimensionell skärm och samtidigt göra ändringar i den digitala modellen.

Sammanhang

För att sätta den digitala modellen i ett omgivande sammanhang är det i Enscape möjligt att tillämpa en så kallad *skybox*, vilken omsluter modellen i ett sfäriskt 360° panorama. Med denna metod kan den virtuella upplevelsen försees med en omgivande miljö som inte går att beträda i vilken en virtuell himmel och horisont återfinns. Genom Enscape ges sju förinställda horisontmiljöer, med bland annat skogs- och stadsmotiv samt mer abstrakta vita kuber. Nackdelen med dessa är att de ger en mer generell omgivande miljö vilket kan bli missvisande då det föreslagna projektet, som presenteras i den virtuella upplevelsen, är platsspecifikt. Den generella omgivande miljön går att undvika genom att tillämpa sfäriska 360° panoraman. Antingen genom fotografier från platsen, eller genom en digital

representation av platsens omgivning. Sfäriska fotografier går att skapa med mobilapplikationer eller 360° kameror på drönare.

Materialbibliotekets grundutbud

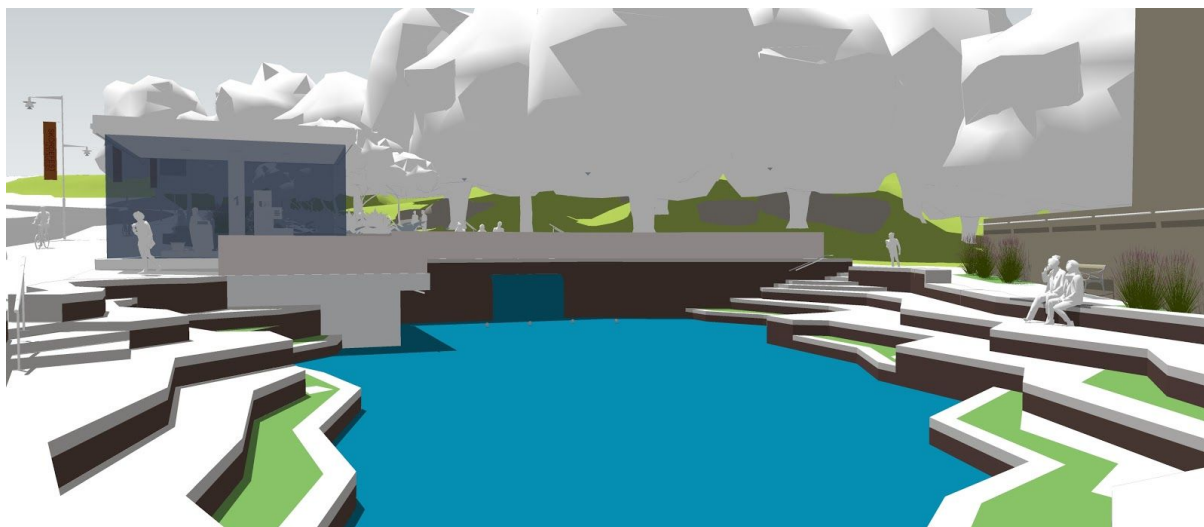
Texturegenskaper hos material i Sketchup förändras automatiskt genom Enscape baserat på nyckelord i materialbenämningarna. Grästexturer, som i SketchUp framställs som tvådimensionella blir tredimensionella i Enscape genom nyckelordet *grass*, vilket bidrar till en tydlighet i vad som representeras. Detta eftersom att det på ett mer realistiskt sätt efterliknar dess verkliga motsvarighet. Om nyckelorden *water*, *ocean* eller *river* återfinns i benämningen renderas materialet som en vattenyta, vilken ter sig mer realistisk genom att animeras för att visa vågrörelser. Innehåller benämningen istället *vegetation*, *foliage* eller *leaf* blir materialet genomskeinligt, vilket virtuellt efterliknar det sätt som lövverk släpper igenom ljus i verkligheten. Benämns det som *emissive* renderas materialet självlysande i Enscape. Enscape erbjuder inga egna material, men låter skaparen i hög grad redigera material från Sketchup, eller andra hämtade bildformat som kan visa mer specifika material. En användare i en virtuell upplevelse genom Enscape kan inte förändra material, mer än att ställa om till "vitt läge" vilket leder till att alla ytor, utom de som är transparenta, blir monokroma. Användaren kan därefter ställa in linjevisning för att tydligare kunna skilja på olika objekt.

Tidsförändring

För att visa hur platsen som representeras i den virtuella upplevelsen ter sig under olika tider på dygnet, genom Enscape, kan både landskapsarkitekten som skapare och den omslutne användaren ställa in klockslag. Med detta följer att det virtuella solljuset förändras därefter. En digital modell som representeras med en vinternatt förläggs i totalt mörker, vilket kräver att den förses med belysning, för att sikt ska uppstå. Att förändra tiden i den digitala modellen skulle kunna vara ett bra tillvägagångssätt för landskapsarkitekten att, dels upptäcka vilka delar av den föreslagna gestaltningen som upplevs som otrygga nattetid, men också för att se hur den påverkar skuggning av platsen.

Realistisk växtrepresentation

Enscape har ett separat objektbibliotek, i vilket det bland annat finns optimerade vegetationsmodeller i form av proxys, vilka visar färre detaljer i SketchUp och på så vis reducerar modellfilens vikt. Dock är grundutbudet väldigt begränsat i mån av antal arter, vilket kan expanderas om landskapsarkitekten eller beställaren önskar det. Som nämnts ovan ter sig lövverket mer realistiska genom de förändrade texturegenskaperna som förmedlas i Enscape. Det glesa lövverket släpper igenom det virtuella solljuset, varpå trädets skugga kastas på ett realistiskt sätt. Dock förtas delar av realismen då vegetationen är statisk.



Figur ix-x. Ovan: En digital modell framtagen i SketchUp, träd och figurer är proxys. Nedan: Materialen i modellen förändras när den visas genom Enscape.

Ljussätta

Ljussättning är en central del i gestaltning av framtida platser då sociala, nödvändiga och valfria aktiviteter ska vara möjliga att genomföra under alla tider på dygnet, alla dagar om året. I Enscape kan ljusinstallationer och generell belysning simuleras antingen genom att placera ut ljuskällor i den digitala modellen eller genom att benämna material som *emissive*, varpå hela objektytan blir självlysande. Att visa belysning i en tredimensionell representation av en framtida plats kan förmedla en tydligare och mer realistisk situation än ljussättning representerad i en tvådimensionell planvy.



Figur xi. Tidsinställningen ställs om till natt, varpå utplacerade ljuskällor tänds.

Befolka

I Enscape-applikationens objektbibliotek finns ett begränsat antal skulpturer som kan användas för att befolka modellen. Liksom vegetationen som beskrivs ovan, är figurerna statiska och låsta till olika lägen. Med detta följer att figurerna fungerar väl vad gäller generell befolkning av den digitala modellen såsom sittande, cyklande eller gående figurer. Om gestaltningen kräver mer specifika interaktioner kan det bli problematiskt. Att figurerna inte kan röra sig genom modellen kan få immersionen i en virtuell upplevelse att brista på grund av Moris "Uncanny Valley".

Ljudsätta

I Enscape kan ljudkällor placeras ut för att göra modellen mer levande, varpå dess omfattning och intensitet kan definieras och justeras. När användaren rör sig mot ljudkällan ökar ljudet i styrka och försvinner när användaren rör sig ifrån det. Med virtuellt ljud kan landskapsarkitekten skapa en simulering som visar hur olika typer av hörselintryck påverkar upplevelsen av att vistas på en plats, istället för att enbart se den.

Skalförändring

Skalförändring är inte möjlig i realtid genom Enscape. Om landskapsarkitekten ändå vill inkorporera en miniatyrmodell kan en sådan placeras någonstans i den digitala modellen i SketchUp och låsa den till en förvald scen. Detta innebär dock att den inte går att använda för navigation genom teleportation, men att det kan bistå användaren till att skapa en mental modell över förslagets helhet.

Minikarta

Minikartan förmedlas som ett användarverktyg i Enscape via en meny bunden till den vänstra handkontrollen. Den ger en traditionell tvådimensionell representation i planvy av den föreslagna gestaltningen. Användaren kan på detta vis även orientera och förflytta sig i den virtuella miljön genom att peka på en punkt på planen.



Figur xii. I menyn ovanför vänster handkontroll finns flera funktioner, däribland minikartan.

Interaktion

I Enscape kan användaren navigera i modellen genom att fritt röra sig fysiskt, med knapptryckningar samt genom teleportation. Om användaren inte vill utforska modellen fritt kan den istället förflytta sig via landskapsarkitektens förvalda scener. Vad gäller interaktiva användarverktyg är dessa bristande i Enscape, då applikationen mer fungerar som ett medium för färdiga presentationsmodeller; en representationsform. Det verktyg användaren kan tillämpa är att fånga ögonblicksbilder av vad den ser och finner intressant eller problematiskt. Den omslutne användaren kan påverka simulationen genom att interagera med tidsinställningen och därigenom förändra den virtuella solens position på himlen. Användaren kan inte på egen hand flytta objekt och kan inte förändra material, utan måste informera landskapsarkitekten om vilka förändringar som bör genomföras.



Figur xiii-xiv. Olika typer av navigation i den virtuella miljön.

Ovan: Förflyttning till förvald scen. Nedan: Förflyttning genom teleportation.

Kollaboration

I Enscape är fullständig kollaboration i omslutande VR inte möjlig. Detta innebär att en grupp inte kan dela den virtuella upplevelsen immersivt. Däremot kan gruppen delta genom att ge användaren direktiv när dennes virtuella upplevelse visas upp på en skärm. Om gruppen inte får ta del av den digitala modellen, i omslutande VR, kommer de inte kunna uppleva den starka känsla av närvaro, som uppstår när den presenteras i full skala utifrån kroppen som måttstock.

Rörelsespårning

Den enda typ av rörelsespårning som går att uppnå genom Enscape är att kartlägga ögonblicksbilder, som användaren av den virtuella upplevelsen funnit extra viktiga av olika skäl. Genom att jämföra olika användares ögonblicksbilder går det att utvärdera problematiska delar i gestaltningen.

Applikationssammanfattning

Med sina realtidsrenderande egenskaper kan Enscape lämpa sig som ett digitalt visualiserings- och auraliseringsverktyg i framtagande av presentationsmodeller då materialen framstår som realistiska. Det kan även vara användbart tidigt i projektprocessen. I en aktiv modelleringsession, utifrån diskussion mellan omsluten användare och modellerande landskapsarkitekt, går det att förändra olika aspekter. Enscape kan användas för att simulera hur det är att uppleva någon annans verklighet, exempelvis hur ett barn uppfattar olika objekts skala. Användaren kan välja om den ska vara gående eller flygande. Det förstnämnda innebär att användaren förhåller sig till markplanen och kan kollidera med den virtuella geometrin. Flygläget innebär att användaren fritt kan röra sig genom modellen utan att förhålla sig till markplanet. Detta kan användas för att utforska den digitala modellen ur vinklar som inte är naturliga i en verklig upplevelse av fysiska platser. Bristen av dynamiska företeelser, som fotgängare, cyklister och bilister i rörelse, kan dock leda till en bristande immersion samt ett potentiellt obehag utifrån Moris teori om “the Uncanny Valley”.

Prospect

Prospect är en fristående applikation framtagen med enda syfte att presentera digitala modeller i omslutande virtuella upplevelser. Detta skiljer sig från exempelvis Enscape, som har lagt till stöd för VR i ett senare skede. Med detta följer att Prospect är en stark VR-applikation vad gäller interaktiva användarverktyg. IrisVR som utvecklat Prospect har även utvecklat Scope, som genom enklare VR-system kan ge virtuella upplevelser i sfäriska 360° panoraman av en scen från SketchUp renderad med exempelvis Vray. Denna metod är mer lättillgänglig då den ges som en applikation på användarens mobiltelefon.

Sammanhang

När den virtuella upplevelsen genom Prospect inleds står användaren i ett vitt rum med den digitala modellen, i miniatyrformat, på ett bord framför sig. Härifrån kan användaren sedan peka mot en punkt i modellen och förflytta sig in i den för att uppleva den i full skala, varpå den istället omges av en skybox i form av en blå himmel. Det finns inget verktyg för att skapa en platsspecifik kontext, vilket då istället måste genomföras med modellering i SketchUp.



Figur xv. Exempel på hur en virtuell upplevelse inleds med ett förslag i form av en skalmodell.

Tidsförändring

När användaren är omsluten i en virtuell upplevelse i Prospect kan den på egen hand förändra inställningen för vilken tid som visas i modellen. Detta gäller då både tid på dygnet och tid på året. Genom detta går det att platsspecifikt simulera hur den föreslagna gestaltningen påverkar skuggor på platsen. Skuggor kan i sig påverka det realistiska uttrycket av den virtuella vegetationen.

Realistisk växtrepresentation

Huruvida virtuell vegetation framstår som realistisk i Prospect är beroende på vilka växtmodeller som placerats i SketchUp-modellen. Oavsett detaljnivån på växtmodellerna, kommer de inte uppnå hög realism på grund av att de är statiska.

Materialbibliotekets grundutbud

Prospect har inget eget materialbibliotek och förvränger inte de material som lagts in i den digitala modellen via SketchUp. Med detta följer att applikationen skulle kunna lämpa sig som ett processverktyg i tidiga processkedan, som för koncept- och skissmodeller. Detta eftersom att mindre realistiska och specifika materialval kan användas för en mer öppen diskussion i designprocessen om en tidig iteration av ett gestaltungsförslag och hur det bör utvecklas vidare.

Ljussätta

Det går inte att placera ut ljuskällor i Prospect. Det är endast dagsljussimulationer som går att genomföra, i vilken natten är ljus nog för att inte kräva ytterligare belysning för att att ge sikt.

Befolka

Prospect har inget eget objektbibliotek. För att befolka modellen måste detta göras redan i SketchUp utifrån det öppna objektbibliotek som återfinns där. Figurerna som placeras in för att befolka modellen förblir statiska. Genom den kollaboration som IrisVR gjort möjlig i Prospect kan upp till tolv användare befolka modellen samtidigt och interagera med den. Användarna representeras som abstrakta figurer, vilket kan förta den upplevda immersionen.

Genom att inte försöka efterlikna människor riskerar inte användarnas virtuella avatarer att hamna i “the Uncanny Valley” och hindrar då användarna från att uppleva obehag.

Ljudsätta

Genom Prospect går det inte att ljudsätta den digitala modellen. Att inte lägga fokus vid att implementera ljud gör att större vikt kan läggas vid den visuella formgivningen, men det förtar immersionen i den virtuella upplevelsen.

Skalförändring

Som nämnts ovan inleds en virtuell upplevelse genom Prospect med att användaren står vid projektet i form av en skalmodell i miniatyr. I Prospect kallas detta för *skalmodelläge*, vilket kan tillämpas när som helst under den virtuella upplevelsen. Genom detta kan den digitala modellen både upplevas i full skala och en mer övergripande skala.

Minikarta

Prospect stödjer ingen funktion för att låta användaren se projektet ur planvy. Omskaparen villförmedla en planvy över projekten kan den inkorporeras på en utvald plats i modellen. Dock kan den inte användas för att navigera, mer än i skapandet av minnesbilder och mentala modeller.

Interaktion

I Prospect kan användaren navigera i modellen på flera sätt. Navigationen kan ske genom knappstyrning, fysisk rörelse, teleportation både genom att peka på en punkt i den virtuella miljön i fullskalemodellen och genom att teleportera till en förvald vy. Som nämnts ovan kan modellen skalas ner och roteras för att lättare orientera sig i den föreslagna gestaltningen. Prospects användarverktyg ger den omslutne användaren förmågan att ta mått av gestaltungsförslagets olika delar. Om användaren anser att någon aspekt av förslaget är problematisk eller avvikande på något sätt, kan denne anmärka detta med markeringsverktyget. Markeringen kan göras i önskad färg och tjocklek, antingen fritt i ritmiljön eller projicerat på en objektyta. Finner användaren en del i gestaltungsförslaget

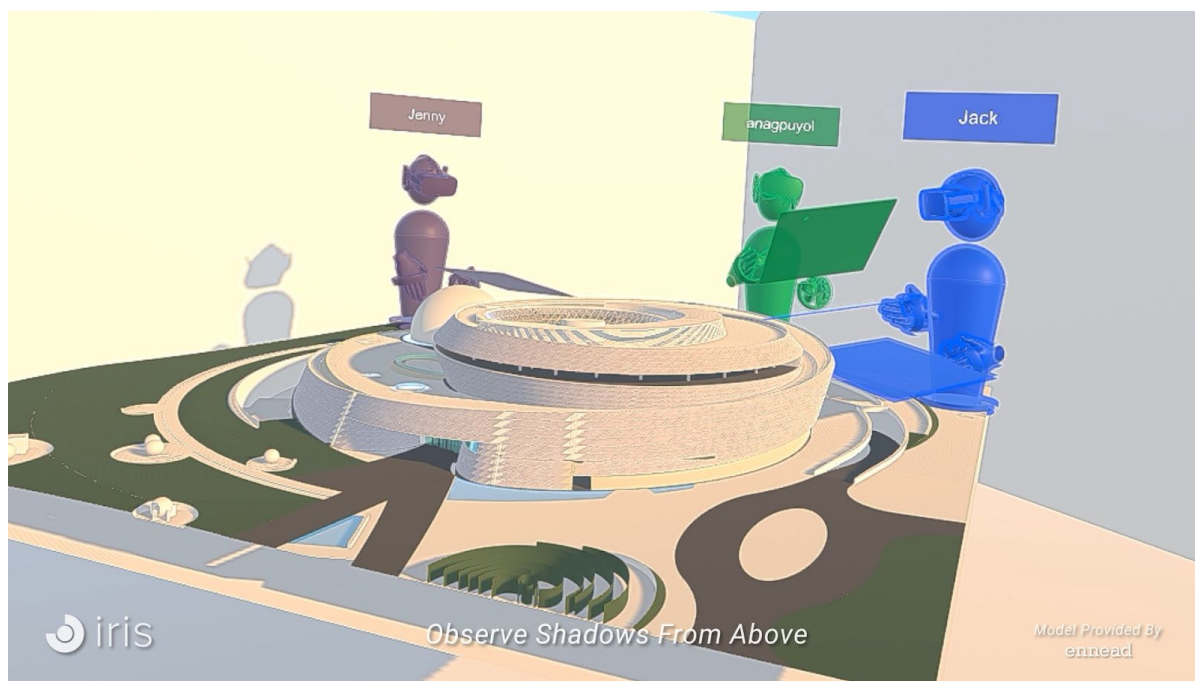
särskilt intressant kan denne antingen interagera med objekt för att “flagga” dem, varpå de fullständigt fylls av en färg, eller genom att ta ögonblicksbilder och spara 360° panoramavyer av den aktuella scenen. Utöver detta kan användaren undersöka modellen i sektion och på egen hand tända och släcka de lager som definierats i SketchUp. Denna funktion kan vara till nytta om flera designiterationer ska undersökas i omslutande VR, eller om ett visst lager är distraherande för användaren.



Figur xvi-xviii. Från vänster: Mäta objekt, markera och spara ögonblicksbild.

Kollaboration

Prospect tillåter fullständig kollaboration i omslutande VR, för upp till tolv personer. Detta medför att aktörer från olika delar av världen kan uppleva den virtuella miljön samtidigt. Användare kan ta del av ett möte i en virtuell miljö både genom enklare och mer avancerade system. Detta bidrar dock till en varierad nivå av interaktiv delaktighet. Då en virtuell upplevelse möjliggör slumpmässig interaktion i den datorsimulerade miljön riskerar mötet att bli spretigt när den delas av tolv personer samtidigt. Mötesvärden har därigenom förmåga att samla alla deltagare vid den plats denne befinner sig, med syfte att kunna styra mötet i den virtuella miljön i rätt riktning. Samtliga deltagare med mer avancerade system kan tända och släcka lager, se varandras anmärkningar och välja att förflytta sig till varandra om de vill diskutera något gemensamt. De kan även förflytta sig till, genom SketchUp definierade scener som visar specifika förvalda intresseområden.



Figur xix. Tre omslutna användare samarbetar i en virtuell upplevelse.

Rörelsespårning

Prospect har inget specifikt verktyg för att spåra användares rörelser. Alla interaktioner som utförs under den virtuella upplevelsen av modellen, i form av anmärkningar och sparade ögonblicksbilder, samlas i en mötesrapport efter avslutad session. Rapporten kan användas för att vidareutveckla gestaltningsförslaget utifrån samtliga medverkande aktörers synpunkter.

Applikationssammanfattning

Prospect förmedlar en hög interaktionsnivå vad gäller användarverktyg. Applikationen är inte framtagen för att representera slutgiltiga gestaltningsförslag som presentationsmodeller, utan lämpar sig mer som ett processverktyg i tidiga skeden. Kollaboration mellan olika aktörer i tidiga skeden kan vara avgörande för den framtida platsen, varpå applikationens förmåga till fullständig kollaboration i omslutande VR kan ha stort potential.

Twinmotion

Twinmotion är en VR-applikation baserad på Unreal Engine i vilken SketchUp-modeller kan importeras med syfte att skapa mer tilltalande realtidsrenderingar. Applikationen skiljer sig från både Enscape och Prospect, då det är möjligt att animera modellen till att bli mer dynamisk. Animationerna möjliggör simulationer av människor, djur och fordon i rörelse, vilket kan bidra till en ökad immersion då det formar en social dimension i den digitala modellen.

Sammanhang

Twinmotion kan förmedla olika metoder för att skapa en sammanhängande platskontext. Liksom i tidigare utvärderade applikationer går det att tillämpa en skybox, som genom grundutbudet kan visa såväl rurala som urbana situationer. De förinställda skyboxarna är dock väldigt generella i sitt utseende. Landskapsarkitekten kan sammanställa sfäriska 360° panoraman för att åstadkomma mer platsspecifika omgivande situationer för det aktuella projektområdet. Vidare kan data från OpenStreetMap läggas in i modellen, vilket gör att digitalt representerade huskroppar i tre dimensioner, gatunät och grönområden som omger projektområdet i verkligheten visas upp i den virtuella miljön, i en mer abstrakt detaljnivå.



Figur xx-xxi. Vänster: Omgivande generell Skybox.

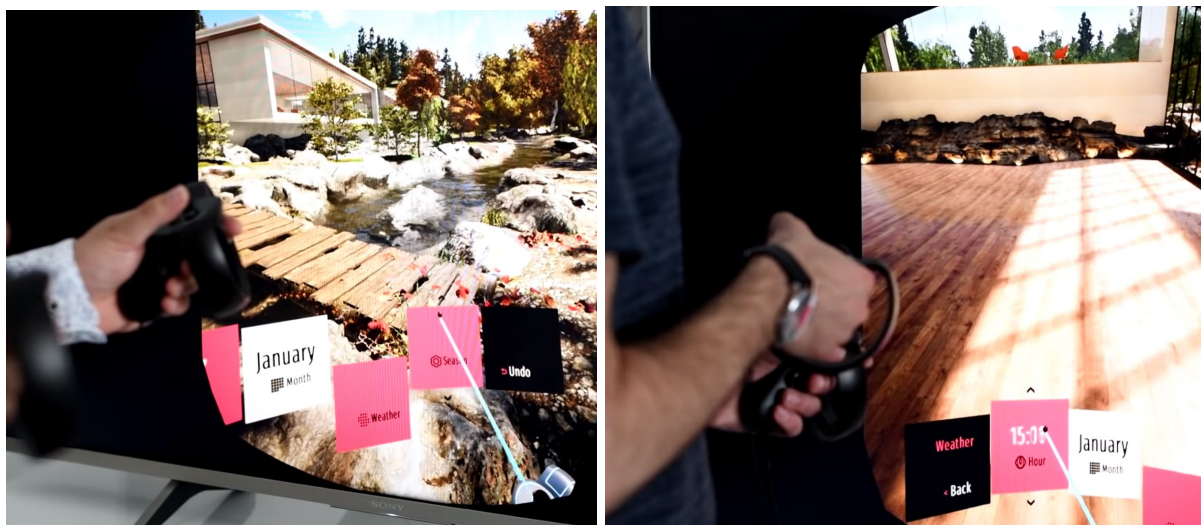
Höger: Abstrakt 3D-modell av Malmö hämtad från OpenStreetMap, via Twinmotion.

Materialbibliotekets grundutbud

Materialbiblioteket i Twinmotion förmedlar ett brett grundutbud, med texturer för representationer av såväl interiör som exteriör. Materialen är försedda med flera bildlager, vilket gör att de upplevs som mer realistiska. Material som representerar gräs förblir tvådimensionella i Twinmotion, men tredimensionellt gräs går dock att lägga till via applikationens objektbibliotek under kategorin för vegetation. Trots att materialtexturerna som visas genom Twinmotion ter sig verkliga, kan de vara distraherande under designprocessens tidiga skeden, varpå det går att göra en clay render. Modellen blir då monokrom, varpå olika element kan lyftas fram som materialsatta. Detta bidrar till en hierarki som kan vägleda användaren att se vad som är viktigt att ta del av förslaget under den virtuella upplevelsen.

Tidsförändring

Liksom i de båda ovanstående applikationerna är tid en föränderlig aspekt i Twinmotion där den digitala modellen kan upplevas under både simulerad natt och dag. Den stora skillnaden är att även årets fyra säsonger går att simulera, med de vädervariationer som medföljer

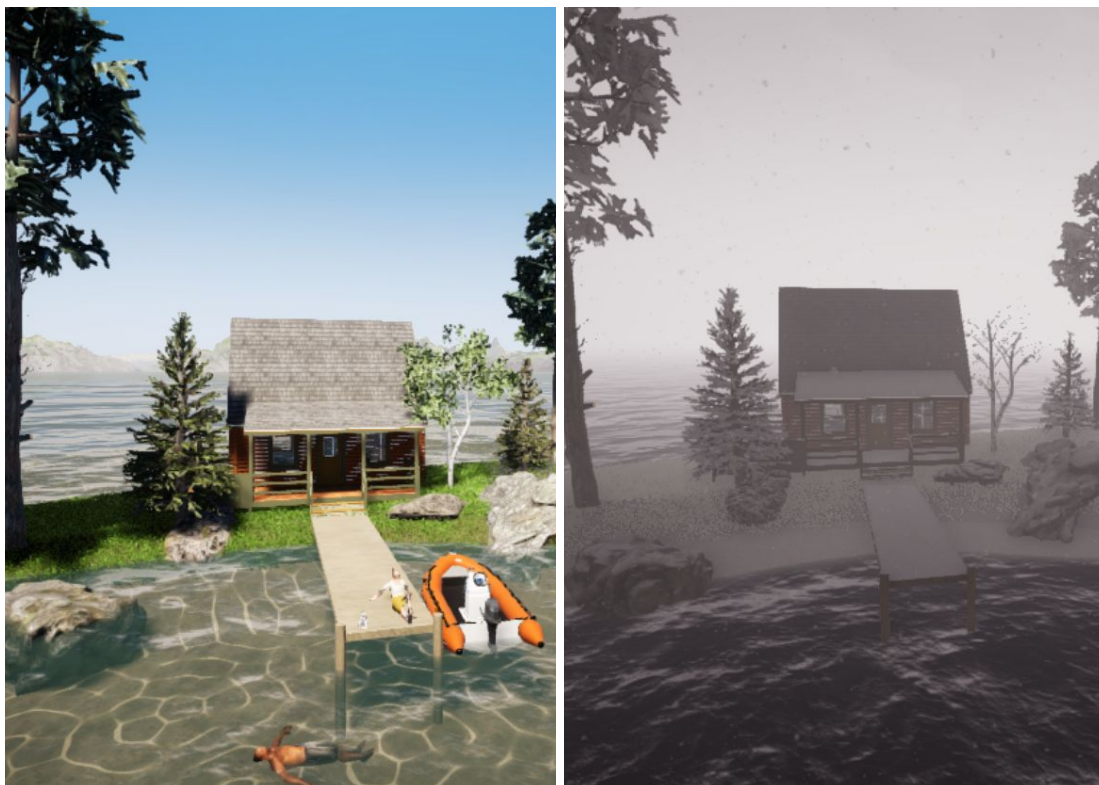


Figur xxii-xxiii. Vänster: Användaren förändrar säsongen i den virtuella upplevelsen.

Höger: Användaren ändrar klockslag för att påverka solståndet.

Realistisk växtrepresentation

Twinmotion har ett stort objektbibliotek i vilket vegetation utgör en av kategorierna. Det går även att hitta mer stadsmässiga träd, med exempelvis stötskydd och rotgaller i kategorin för stadsmässig möblering. Vegetation som placeras ut i den digitala modellen genom Twinmotion varierar i både utseende och storlek och samspelar på ett dynamiskt vis med de simulerade väderförändringarna. De virtuella trädkronorna rör sig i vinden och förhindrar regn från att falla till marken. När höst och vinter simuleras tappar träden sina löv och skyddar inte längre mot fallande snö. Att vegetationen interagerar med simulerat väder bidrar till en ökad immersion i den virtuella upplevelsen, vilket kan stärka användarens förståelse för hur platsen förändras över tid. Att vegetationen inte är identisk gör att upprepning förhindras, vilket efterliknar den organiska slumpmässigheten som återfinns i verkligheten. Trots detta kommer de exemplar som används i den faktiska anläggningen av förslaget, som presenterats i den virtuella upplevelsen, inte stämma överens med de digitala trädmodellerna.



Figur xxiv-xxv. Vänster: Björken vid den virtuella sommarstugan har gröna blad i kronan.
Höger: Björken påverkas av tidsförändringen och "fäller" sitt bladverk.

Ljussätta

I objektbiblioteket finns en kategori för ljuskällor, som kan regleras för att överensstämma med en faktisk produkt och därefter föras in i modellen för att simulera hur den skulle påverka det gestaltade förslaget. Det finns även en kategori för armaturer, men om dessa inte efterliknar de som ska anläggas, bör den faktiska produkten hämtas i dwg-format från leverantören för att inte orsaka förvirring kring förslaget.



Figur xxvi. När tidsinställningen ställs om till natt tänds ljuskällorna i armaturen.

Befolka

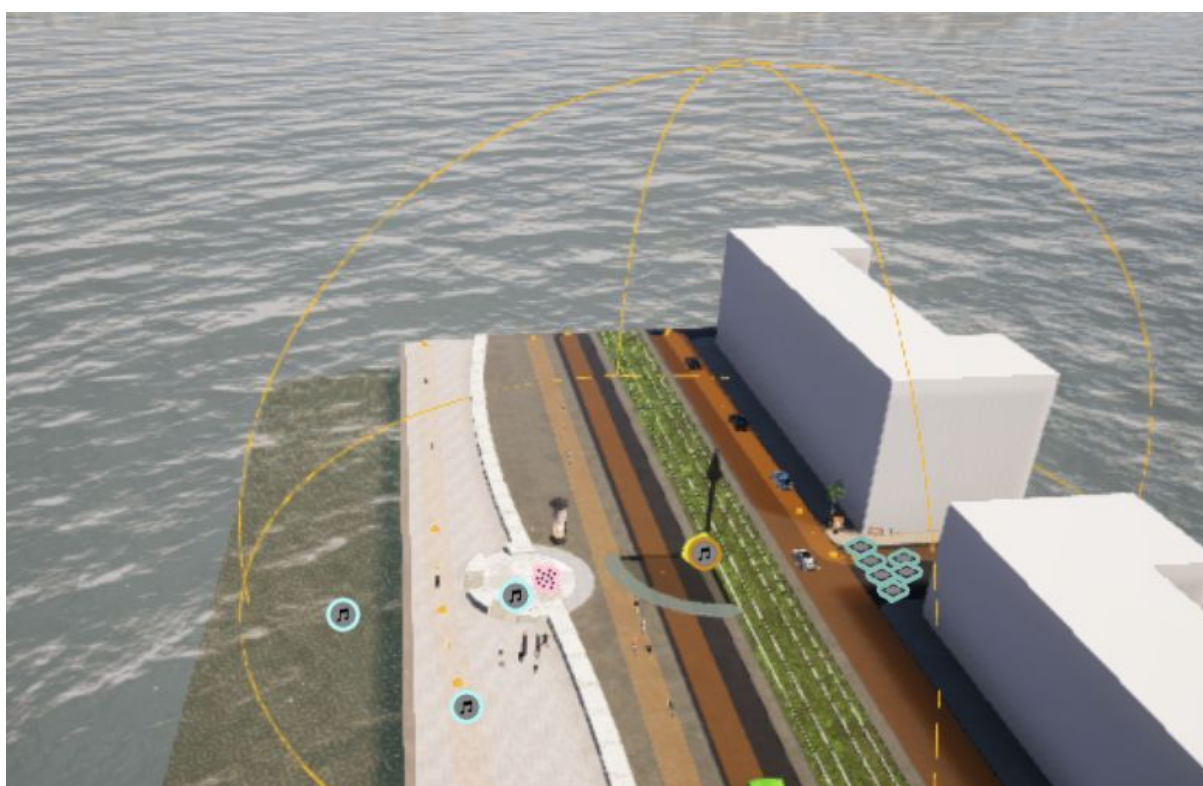
En av de stora skillnaderna med Twinmotion, i förhållande till de två tidigare utvärderade VR-applikationerna, är att den digitala modellen kan befolkas med dynamiska figurer genom att definiera leder i den virtuella miljön. Längs lederna kan virtuella representationer av såväl bilister och cyklister som fotgängare i rörelse tillämpas för att simulera flöden, som kommer av den föreslagna gestaltningen, på den framtida platsen. Figurernas hastighet längs lederna kan regleras för att anpassas till det förslag som simuleras i den virtuella upplevelsen. Utöver att röra sig längs definierade leder, kan figurerna placeras ut på fasta punkter i modellen och utföra specifika rörelser, exempelvis som att sitta och läsa en bok, dansa, stå och prata i telefon, eller simma. Utöver mänskliga figurer finns även en kategori med olika djur, däribland duvor, fiskmåsar och hundar. Figurer som utför varierade aktiviteter levandegör modellen och kan skapa en social rumslighet som då påverkar den omslutne användarens virtuella upplevelse. Bilar som passerar i hög hastighet kan ge ett intryck av att utgöra fara, medan en folksamling kan locka till sig en användare, eller få denne att hålla sig på avstånd, beroende på dess subjektiva verklighetsuppfattning.



Figur xxvii. Den digitala modellen befolkas med verktyg som förmedlas genom Twinmotion.

Ljudsätta

Twinmotion har ett stort ljudbibliotek som omfattar ljud som kan förekomma både i staden och på landsbygden. Utöver detta är användarens rörelse genom modellen dessutom ljudsatt med fotsteg, som förändras i uttryck beroende på vilket underlag som beträds. Liksom i Enscape förändras ljudkällans intensitet beroende på användarens position i förhållande till den. Är ljudkällan avsedd att höras från ett visst avstånd, men användaren lyckas navigera till källan riskerar denne att skada hörseln om intensiteten är för hög. Då det går att befolka den digitala modellen med dynamiska objekt finns det risk för bristande immersion om det utplacerade ljudet inte är synkroniserat med objektet i rörelse.



Figur xxviii. Den orangea sfären visar hur långt från ljudkällan ljudet går att uppfatta.

Skalförändring

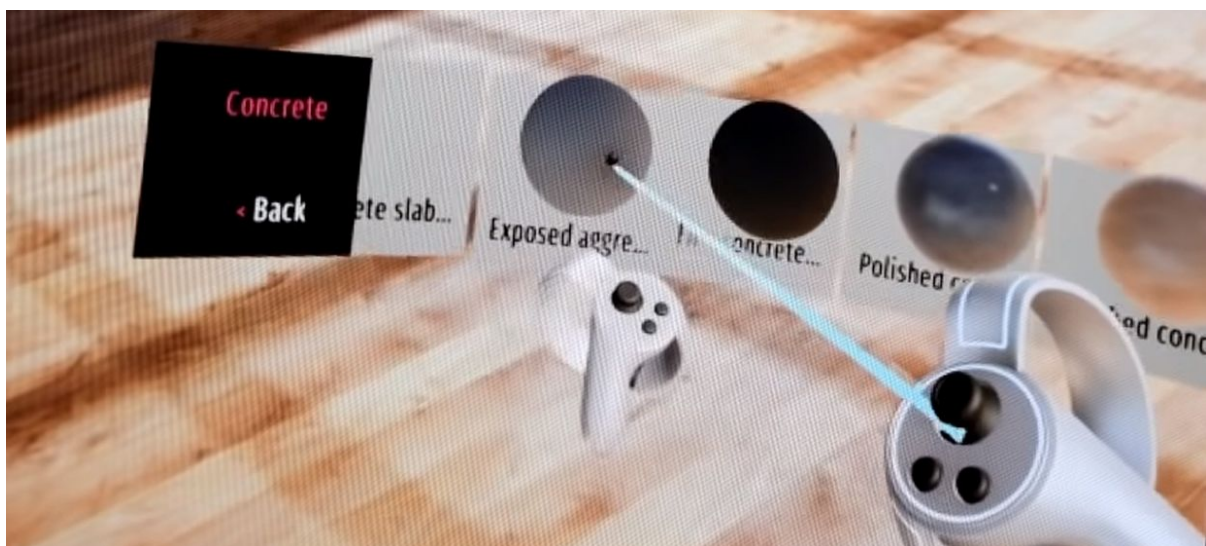
Twinmotion har ingen användarfunktion för att skalförändra modellen i en omslutande virtuell upplevelse. Likt den föreslagna lösningen på detta problem i Enscape, kan skaparen av upplevelsen lägga in en permanent modell i miniatyr, föreställande gestaltningen i en separat del av den virtuella miljön.

Minikarta

I en omslutande virtuell upplevelse genom Twinmotion kan användaren inte på egen hand tillämpa en planvy över det gestaltade förslaget. Lösningen på detta kan vara, som föreslogs ovan, att placera permanenta planvyer på förvalda platser i den digitala modellen, vilka kan guida användaren genom förslaget.

Interaktion

Inför den virtuella upplevelsen kan användarens virtuella längd ställas in för att antingen efterlikna dess verkliga längd, eller för att simulera en annan persons visuella perspektiv. Användaren kan navigera i den virtuella miljön med olika kontrollmetoder, däribland att gå fysiskt, använda konventionell knappstyrning, eller teleportation. Dock finns inget läge för teleportation till förvalda vyer, vilket innebär att en virtuell upplevelse genom Twinmotion baseras på användarens slumpmässiga interaktion i den digitala modellen. I detta blir det essentiellt att ha tydliga vägledande målpunkter och riktmärken för att presentera förslaget i sin helhet. När användaren befinner sig omsluten i den virtuella miljön, har denne förmåga att förändra de material som skaparen applicerat, via en meny fäst vid vänster hand. Materialen reagerar i relation till de förändringar, i form av nederbörd, solstånd och säsong, som användaren genomför med tidsinställningen som återfinns i menyn.



Figur xxix. Användaren kontrollerar ytornas materialegenskaper. I bilden visas betongkategorin. Det är endast en kategori bland flera som ges i applikationen.

Kollaboration

Fullständig kollaboration i omslutande VR är inte genomförbar med Twinmotion. För att ta del av upplevelsen av det användaren ser och gör i den digitala fullskalemodellen kan den visas upp som skrivbords-VR på en separat skärm.

Rörelsespårning

Rörelsespårning är inte möjligt att utföra genom Twinmotion.

Applikationssammanfattning

Twinmotion är ett starkt verktyg för simulation av flöden och förändring över tid genom sin förmåga att animera såväl figurer som vegetation, samt att visa hur samspelet mellan dessa fungerar i relation till skiftande väder och säsonger. Svårigheten att skapa en styrd virtuell upplevelse genom avsaknaden av fördefinierade vyer, miniatyrmodeller och planvyer kan vara en stor nackdel för orientering i presentationsmodeller. Att dessa funktioner saknas bidrar dock till ett påtvingat behov av att fritt utforska den gestaltning som presenteras i den virtuella upplevelsen.

Fuzor

Fuzor är en fristående VR-applikation som kan användas för att tillämpa omslutande virtuella upplevelser av digitala modeller framtagna med SketchUp. Fuzor kan visa virtuella miljöer genom både enklare och mer avancerade system, men det är endast genom sistnämnda som hög interaktionsnivå går att uppnå.

Sammanhang

För att skapa en platskontext genom Fuzor kan den digitala modellen omslutas av en skybox. I detta kan landskapsarkitekten välja att använda en generell omgivande miljö, eller att tillämpa en mer platsspecifik situation. Den mer platsspecifika situationen kan antingen läggas in genom sfäriska 360° panoraman eller genom punktmoln, vilket är en teknik som skannar volymer på en fysisk plats och återger dem digitalt.

Materialbibliotekets grundutbud

Fuzor har inget materialbibliotek utan baseras istället på de material som lagts in i SketchUp-modellen. Dessa kan sedan anpassas genom applikationen för att få mer realistiska uttryck. Även om SketchUp-modellen är materialsatt kan den renderas i ett monokromt, vitt, läge.

Tidsförändring

Genom Fuzor kan såväl solstånd, som säsong och väder ställas in för att representera förändring över tid. Detta kan användas för att exempelvis visa hur den föreslagna gestaltningen hanterar mörkrets infall under nattetid, eller hur regn påverkar platsen.

Realistisk växtrepresentation

Fuzor har ett objektbibliotek med dynamisk vegetation, vilket innefattar att lövverken på de virtuella träden som placeras in i modellen, på ett realistiskt sätt reagerar på simulationer av skiftande säsonger och väder. Utöver detta kan även succession simuleras genom Fuzor, för att visa hur träden växer och hur deras uttryck förändras, från att gestaltningsförslaget anlagts, till att platsen funnits i 50 år. Detta kan bidra till en ökad förståelse och en mer realistisk förväntan från beställaren, då träd som planteras ut vid anläggningar av föreslagna platser sällan är av den storlek, ålder och kvalitet som framställts i representationer av dem.

Ljussätta

Liksom i Enscape och Twinmotion går det att ljussätta den digitala modellen genom Fuzor. Utöver detta kan renderingsläget *Light Visualisation Map* tillämpas för att analysera hur ljuskällorna, inkluderat det virtuella solljuset, lyser upp förslaget.

Befolka

Med Fuzor kan modellen befolkas med fordon och människor som antingen placeras ut som stillastående eller i rörelse längs utmärkta leder. Detta kan ge en känsla av att den digitala modellen är en mer levande plats som används överensstämmande med landskapsarkitektens och beställarens delade vision. Dock finns det en begränsning i det generella uttryck som Fuzor låter modellen befolkas i. Om den föreslagna gestaltningen exempelvis innefattar en skateboardramp eller en parklek, skulle det krävas mer unikt animerade 3D-figurer för att befolka modellen.

Ljudsätta

Ljudkällor kan placeras in i den digitala modellen för att bidra till en ökad immersion som inte går att uppnå om endast visuella intryck förmedlas av förslaget. Genom Fuzor kan ljud appliceras till objekt, vilka då förändras i intensitet i förhållande till användarens position till dem. De virtuella ljuden kan antingen loopas, eller aktiveras vid interaktion med objektet. När användaren är omsluten och navigerar genom den digitala fullskalemodellen simuleras dennes virtuella fotsteg, vars ljudeffekt förändras i förhållande till underliggande material.

Skalförändring

För att ändra den digitala modellens skala, i förhållande till användarens storlek finns alternativet att använda förinställda skalor som fullskala (1:1), halvskala (1:2), 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:50, 1:100 och 1:200. Förinställningarna ger alltså relativt “inzoomade” och detaljerade skalor, varför det också är möjligt att fritt skalförändra modellen utifrån specifika behov. Med den digitala modellen som miniatyr kan användaren lätt navigera till en punkt genom att peka mot den.

Minikarta

För att lättare kunna navigera mellan större avstånd i den virtuella miljön kan den omslutne användaren tillämpa den minikarta som finns i Fuzors VR-meny. På kartan visas användarens nuvarande position, samt en norrpil, för att bidra till en förenklad orientering i den virtuella vandrigen genom den föreslagna gestaltningen. Hur stor del av området som visas kan dessutom ställas in genom att zooma in och ut på minikartan.

Interaktion

Utöver förmågan att navigera i den virtuella miljön genom att tillämpa skalförändring och minikarta, kan användaren röra sig såväl fysiskt som genom knapptryckningar och genom teleportation. Teleportationen kan ske slumpmässigt eller via förvalda vyer. Den omslutne användaren kan interagera med objekt för att få information om dem. Användaren kan tända och släcka lager. Vidare kan denne även förflytta eller ta bort befintliga objekt i modellen, samt lägga till nya för att förändra den föreslagna gestaltningen. Användaren kan dessutom förändra såväl simulerat solljus som materialsatta ytor, dock enbart med material som redan lagts in i SketchUp-modellen. Fuzor låter användaren mäta avstånd och volymer, samt göra handritade anmärkningar, vilket kan användas i relation till skalförändringsverktyget för att omfatta större ytor, exempelvis för att skissa in en ny huskropp eller för att föreslå en sträckning av en allé. Användaren kan dessutom ta ögonblicksbilder och markera objekt som denne anser vara särskilt utmärkande för förslaget, antingen på ett negativt eller positivt sätt.

Kollaboration

Liksom i Prospect är fullständig kollaboration i omslutande VR genomförbar med Fuzor. En visuell skillnad från Prospect är att användarnas virtuella avatarer efterliknar människor, varpå risken att hamna i “the Uncanny Valley” medföljer”, vilket i sin tur kan förta den virtuella upplevelsen av det gestaltade förslaget.

Rörelsespårning

Unik bland de utvärderade applikationerna kan Fuzor förmedla *presence mapping*, vilket är ett verktyg för att kartlägga användarens virtuella upplevelse av den digitala modellen. Hela upplevelsen kan spelas upp för att låta landskapsarkitekten se vilka objekt användaren markerat som negativa och positiva. Användarens rörelser kan visualiseras som ett stråk genom modellen för att landskapsarkitekten ska kunna ta del av vilka punkter och vyer denne stannat vid. Stråket genom modellen kan laddas ner som en planvy, i vilken en värmekarta lagts till för att visa hur länge användaren stannat på de olika punkterna.

Applikationssammanfattning

Fuzor har starka egenskaper vad gäller simulation och interaktion, vilka båda är viktiga aspekter för att uppnå immersion i en virtuell upplevelse. Att i omslutande VR ha förmågan att flytta, ta bort och lägga till objekt, samt att kunna rita markeringar och förändra material kan underlätta i diskussioner om vad som ska förändras i gestaltningen. Verktygen som gör att Fuzor kan kartlägga rörelser bidrar till en ökad förståelse för hur den föreslagna gestaltningen kan komma att påverka mänsklig interaktion på den framtida platsen. Med dessa egenskaper kan VR-applikationen därför vara lämplig att använda som ett processverktyg i tidiga skeden, för att framarbete flera snabba designiterationer. Att väder, solstånd, flöden och realistisk vegetation kan simuleras gör VR-applikationen dessutom lämplig som representationsform för virtuella upplevelser av färdiga förslag.

Resultat av utvärderingen

Utvärderingen av de fyra VR-applikationerna *Enscape*, *Prospect*, *Twinmotion* och *Fuzor* genomfördes för att undersöka och finna hanterbara metoder att tillämpa, av landskapsarkitekter framtagna, virtuella upplevelser av landskapsarkitekturprojekt. Genom tolv utgångspunkter jämfördes applikationernas egenskaper för interaktion, simulation och representation, vilka är essentiella för en god virtuell upplevelse. Av detta framkom vilka skillnader och likheter applikationerna besitter. Resultatet redovisas nedan i tabellform, vilket visar att Fuzor uppfyllde elva av de tolv definierade utgångspunkterna.

	Enscape	Prospect	Twinmotion	Fuzor
<i>Sammanhang</i>	✓	-	✓	✓
<i>Mat.bib. grundutb.</i>	-	-	✓	-
<i>Tidsförändring</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Real. växt.rep.</i>	✓	-	✓	✓
<i>Ljussätta</i>	✓	-	✓	✓
<i>Befolka</i>	-	-	✓	✓
<i>Ljudsätta</i>	✓	-	✓	✓
<i>Skalförändring</i>	-	✓	-	✓
<i>Minikarta</i>	✓	-	-	✓
<i>Interaktion</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Kollaboration</i>	-	✓	-	✓
<i>Rörelsespårning</i>	-	-	-	✓
	7/12	4/12	8/12	11/12

Tabellen sätter dock varken ett hierarkiskt värde på utgångspunkterna, eller definierar svårighetsgraden av att lära sig att hantera applikationen. Enkel hantering och användning bör vara en nästintill avgörande faktor i valet av VR-applikationer i designprocessen. I detta är Enscape en stark kandidat då applikationen, som en extension, används i direkt anslutning till SketchUp. Med detta följer att landskapsarkitekten inte behöver lära sig nya digitala funktioner. Ytterligare en styrka i Enscape är dess förmåga att på ett realistiskt sätt rendera tredimensionellt gräs och till synes rörligt vatten. Realistiska virtuella representationer av naturliga element gör den digitala modellen levande. Enscape saknar dock viktiga funktioner som krävs för att ytterligare simulera en levande plats, såsom människor i rörelse, skiftande väder och vegetation som reagerar därefter, vilket går att uppnå både genom Twinmotion och Fuzor. Att simulera mänskliga flöden kan vara ett verktyg för att visa hur en föreslagen gestaltning är tänkt att påverka rörelse på platsen. En simulation av människor i rörelse kan dessutom påverka hur den omslutne användaren navigerar i den virtuella miljön på grund av socialpsykologiska faktorer. Exempelvis kan ett folktomt torg i den virtuella miljön rimligtvis upplevas som ödsligt och hotfullt, varför det blir viktigt att befolka de digitala modellerna.

Enscape, Twinmotion och Fuzor är lämpliga att använda för att skapa presentationsmodeller för slutgiltiga projektskeden, genom deras förmåga till realistiska renderingar av olika nivå. Att Twinmotion och Fuzor dessutom erbjuder verktyg för simulation och interaktion, som låter den omslutne användaren kontrollera och förändra väder och säsonger i den virtuella miljön, gör det till en starkare och mer immersiv upplevelse av förslaget. Twinmotion är den enda av de fyra applikationerna som ger användaren möjlighet att, via en intuitiv meny, förändra material. Dessa aspekter kan bidra till en ökad förståelse av förslagets olika delar och för att ta fram nya iterationer.

När förslaget utvecklas är det intressant att se till VR-applikationer som processverktyg, i vilket det blir viktigt med interaktiva användarverktyg. Bland dessa finns materialförändring, som nämnts ovan. Eftersträvansvärt är även förmågan att i den virtuella upplevelsen kunna ta bort och lägga till objekt, samt att kunna göra tredimensionella markeringar. Denna typ av verktyg finns i både Prospect och Fuzor, vilket gör sistnämnda applikation användbar under hela designprocessen. Dock krävs mer tid för att lära sig hantera Fuzor, då den har flera

funktioner som inte återfinns i SketchUp. I Enscape är det utplacering av ljud- och ljuskällor som är nya funktioner för den SketchUp-kunnige landskapsarkitekten att ta till sig. Att lägga till ljud och ljus bidrar till simuleringen i modellen, men avsaknaden av rörelse och flöden kan göra att känslan av att det är en levande plats brister. Av denna anledning är Twinmotion och Fuzor att föredra för att skapa en god virtuell upplevelse, men i detta försvinner till viss del enkelheten, om förutsättningen är att inte lära sig några nya verktyg utöver SketchUp. En styrka med Fuzor och Prospect är att omslutande kollaboration är möjlig. Att Fuzor dessutom erbjuder flera typer av rörelsespårning gör den till en intressant applikation i utvärdering av hur användare upplever förslaget.

Tänkvärt är att landskapsarkitekten själv bör avgöra vilka VR-funktioner som är önskvärda i det specifika projektet. Generellt bidrar virtuella upplevelser till en wow-faktor som förhöjer intrycket, men det är inte en fråga om att skapa en alternativ verklighet. En digital modell som visas i en virtuell upplevelse är fortfarande en modell, en representation av den framtida platsen som föreslås. Att skapa en simulering i en virtuell miljö bör användas för att öka förståelsen för vad de föreslagna förändringarna kommer innebära, inte för att ersätta den verkliga platsen. Genom detta bör landskapsarkitekten inte eftersträva att återskapa verkligheten till fullo, utan endast tillämpa aspekter av den som gynnar det simulerade narrativet av förslaget. Med detta i åtanke visar utvärderingens resultat att Enscape är att rekommendera till den landskapsarkitekt som är van vid att arbeta med SketchUp och på ett enkelt sätt vill tillämpa en omslutande virtuell upplevelse.

Om landskapsarkitektens upplevelse av resultatet med sitt arbete i Enscape inte uppnår den önskade simulationsnivån är min rekommendation att även använda sig av de andra applikationerna då de lämpar sig för olika ändamål. Utvärderingen visar att Fuzor uppfyller nästan alla utgångspunkterna. Inte minst med tanke på att landskapsarkitekten kan möta kollegor för samarbete, information och erfarenhetsutbyte ad hoc. Den kreativa process som möjliggörs i samverkan med andra människor går sällan att tillföra virtuell. För att möjliggöra detta krävs ett intresse och engagemang att sätta sig in i programmet med den tidsåtgång som då blir förutsättningen för kunskapsinhämtandet.

Scenario med VR-applikationer i designprocessen

Kontoret jag arbetar på har börjat erbjuda omslutande virtuella upplevelser som tjänst. En beställare, som gett oss i uppdrag att gestalta en hamnpromenad och en anslutande park, vill att vi tar fram en digital fullskalemodell av den framtida platsen. Beställaren hoppas att det ska göra det enklare att förklara projektet för allmänheten.

När vi inleder projektet skissar vi fram ett förslag på hur hamnpromenaden kan utformas. Det handskissade förslaget skannas in och digitaliseras i AutoCAD och läggs samman med en 2D-ritning över den befintliga utformningen. Den platta ritningen som visar den konceptuella utformningen öppnas i SketchUp och konverteras till 3D. Polygonerna, som i ritningen representerade huskroppar, gör här till kubiska volymer som på en abstrakt nivå liknar de byggnader de representerar. Kajkanten, som i planritningen såg ut att befinna sig på samma nivå som vattenytan, stiger nu tydligt tre meter över havet. 3D-modeller av abstrakta träd placeras ut i den anslutande parken.

Vi har nu skapat en skissartad digital modell av den framtida platsen. För att uppleva den i full skala måste en VR-applikation användas. Eftersom att beställaren befinner sig på annan ort bestämmer vi oss för att mötas virtuellt. Vi importerar SketchUp-modellen till Prospect och inleder mötet. Trots att beställaren är i Göteborg och vi i Malmö, står vi nu i samma virtuella rum, runt SketchUp-modellen. Inledningsvis är modellen en miniatyr, som vi kan peka på och samtidigt förklara vilka delar vi har arbetat med. I detta tidiga skede har vi inte fattat några beslut om vilka material som ska finnas på platsen och har därför låtit modellen vara monokromt vit. Beställaren kommenterar detta direkt och tycker att det är svårt att urskilja vad som är vad. Skuggningen som ges i Prospect visar dock hur de olika volymerna kommer att påverkas av solstånd. Vi teleporterar oss in i modellen och står nu omslutna av den i full skala. Beställaren blir informerad om att hon kan använda funktionen för anmärkningar om något fattas, är oklart eller utmärkande på något sätt. Snart markerar hon bredden på hamnpromenaden och menar att det kommer behöva passera både cyklister och fotgängare här och att det måste finnas tillräckligt mycket utrymme för att framfart ska kunna ske säkert. Mötet avslutas efter den virtuella vandringen och vi tar med oss beställarens tankar.

Tillbaka i Sketchup breddar vi hamnpromenaden på de ställen det behövs. Vi börjar även laborera med material, så att det lättare går att se var olika volymer och element börjar och slutar. Efter att modellen materialsats är det representerade havet blått, gräset grönt och hamnstråket indelat i tre gråa nyanser, som representerar granit och gatsten. De abstrakta träden har bytts ut mot mer realistiska trädmodeller. Genom ett knapptryck i Sketchup öppnas modellen upp i Enscape. Den blå ytan föreställer nu realistiskt vatten, medan den gröna föreställer realistiskt gräs. Eftersom att det går att ändra tid på dygnet i Enscape börjar vi även fundera på ljussättning och tar fram ett förslag till beställaren. Beställaren kommer ner till Malmö för att besöka oss på kontoret. Denna gången omsluts hon av den digitala fullskalemodellen ensam, men vi ser på en skärm vad hon upplever. Med materialen utplacerade i modellen tycker hon att det är lättare att förstå gestaltningen. Hon undrar dock över kontexten eftersom att hon inte känner igen omgivningen. Det beror på att den miljö som visas i skyboxen är generell. Vi importerar ett sfäriskt 360° panorama från platsen som vi tagit med en drönare när vi besökt platsen. Under tiden som hon är omsluten lägger vi även till ljud, som vi spelat in under vårt platsbesök. Hon tycker att det blir mer relaterbart då. Vi säger att hon på egen hand kan påverka vilken tid som ska visas i modellen. Hon bekantar sig med kontrollerna och lyckas snart ställa om tiden till natt, varpå den föreslagna ljussättningen lyses upp.

Den virtuella upplevelsen avslutas och beställaren tycker att det var spännande med ljus- och ljudsättning, samt att den omgivande miljön är platsspecifik. Hon var dock missnöjd med materialvisningen. Den var i hennes mening alldeles för ospecifik, även om det nu var tydligare än när modellen var helt vit. Med beställarens kommentarer arbetar vi vidare med förslaget i Twinmotion. Vi lägger nu fokus vid detaljer och använder texturer som representerar de faktiska produkterna som ska användas vid anläggning. Vi importerar även förslag på bänkar, soptunnor, livbojar och annat som är viktigt för att både representera gestaltningen och den befintliga platsen. Med Twinmotion simulerar vi flöden av människor i rörelse. Modellen levandegörs nu med cyklister, fotgängare, fiskmåsar och andra detaljer. Vid nästa möte med beställaren har hennes kollega följt med. Kollegan tar på sig den huvudburna bildskärmen och omsluts av den digitala fullskalemodellen. Detta är första gången som kollegan upplever VR och blir fascinerad. Eftersom att kollegan inte tidigare

tagit del av vår gestaltning är han lite osäker på var han ska börja. Han har dock varit på platsen tidigare. Han känner snart igen sig i förhållande till den bekanta omgivningen i form av både skybox och huskroppar, trots att de är vita. Han berättar att det i verkligheten ligger en trevlig salladsbar på hörnet i ett av husen. Efter att ha teleporterat sig dit fortsätter han den virtuella vandringen och väjer undan för en cyklist som kommer mot honom. Han utbrister att det vanligtvis står en kvinna och spelar dragspel i området, men att designen verkar utesluta henne. Eftersom att hon verkar vara en viktig del av atmosfären som önskas bevaras lägger vi in en gatumusikant och en ljudkälla med dragspelsmelodier. Det blir tydligt att beställarens kollega inte tittar på förslagets olika delar, utan jämför den virtuella upplevelsen med den verkliga platsen. Genom detta förstår vi det interaktiva narrativet är för fritt. Vi måste låna aspekter från representativa narrativ. Med detta i åtanke placerar vi förklarande bildtexter på de platser längs hamnpromenaden som vi anser vara särskilt viktiga för gestaltningen och uppdraget. Vi skapar dessutom ett virtuellt visningsrum med mer konventionella presentationsmaterial för ge alternativa representationsformer, med förhoppningen att det ska ge en ökad förståelse och därigenom en mindre spretig virtuell vandring. Vi lägger dessutom in en röd ljusslinga i marken, förklarar att den inte är del av förslaget och instruerar den omslutne beställaren att följa ljusslingan. Med instruktionen blir det lättare för honom att se relevanta delar av förslaget.

Parallellt med arbetet i Twinmotion har en del av arbetslaget förberett en modell i Fuzor. Beställarna får nu utforska de virtuella miljöerna i båda applikationerna. I Twinmotion får de ge förslag på alternativa material. Det resulterar i att delar av de föreslagna granitblocken byts ut mot trädäck. I Fuzor blir beställarna instruerade att samtidigt vandra runt i modellen för att lägga till, flytta och ta bort objekt vi föreslagit, samt att markera dem som positiva eller negativa. De lägger bland annat till en båt, som de menar representerar den restaurangbåt som ska lägga till på den framtida platsen. Efter deras virtuella vandring tar vi visat att vi spårat deras rörelser under den omslutande sessionen. En värmekarta visar då vilka delar av förslaget som de spenderat mest tid i, medan en annan karta visar vilka platser de stannat på och vad de tittat på. En tredje karta visar vilka objekt de markerat som positiva och negativa. Slutligen tar de materialet med sig för att presentera det för allmänheten.

5 DISKUSSION

Arbetets avslutande del utgörs av en diskussion om de teorier och resultat som uppkommit utifrån att besvara de definierade frågeställningarna, målen och syftet. Därefter presenteras de avslutande tankarna som diskussionen och resultatet mynnar ut i, följt av kritik och förslag på framtida studier.

Potentialen med Virtual Reality som processverktyg och representationsform

Med detta masterarbete i landskapsarkitektur har syftet varit att bidra med kunskap om de möjligheter som finns i att använda Virtual Reality-teknik inom landskapsarkitektur i stort och som skiss- och processverktyg. Det första målet med arbetet var att undersöka och beskriva Virtual Reality som fenomen och hur tekniken används idag. Det andra målet var att identifiera och beskriva fördelar och nackdelar med Virtual Reality i en landskapsarkitekturkontext, genom att undersöka dess potential som representationsform och processverktyg. Det tredje målet var att föreslå applikationer och ge exempel på en lämplig arbetsmetod för hur landskapsarkitekter kan arbeta med Virtual Reality i designprocessen, kopplat till digital modellering i programmet SketchUp. För att nå målen och bidra med kunskap om teknikens potential som representationsform och skissverktyg, undersöktes såväl teori som VR-applikationer utifrån fyra formulerade frågeställningar. Den inledande frågeställningen sökte svar på *vad Virtual Reality är*. Utifrån detta kunde därefter frågeställningarna om *hur tekniken kan tillämpas på ett hanterbart sätt för landskapsarkitekter*, samt *hur virtuella upplevelser skiljer sig från traditionella representationsformer* och *vad tekniken kan tillföra i landskapsarkitektur*, ställas.

Generellt kring VR

Efter att ha bearbetat de texter och teorier som utgjort grunden till litteraturstudien i detta arbete, samt efter att ha utvärderat de olika VR-applikationerna, har jag reflekterat mycket kring de kommunikativa styrkorna som kommer av att presentera ett gestaltningsförslag som en omslutande simulation i en virtuell miljö. Att simulera en framtida plats, istället för att enbart visualisera den, skapar en upplevelse som är närmare verkligheten. Detta sker dels med flöden av virtuella skalfigurer, som rör sig längs planerade stråk i den digitala modellen, samt genom att ljudkällor kan placeras ut för att öka immersionen. Det sker också genom att ge användaren, som ska ta till sig den information förslaget förmedlar, mer kontroll. På detta sätt kan de som har lättare att lära, genom att själv göra, inkluderas i större utsträckning. Genom att använda ett verktyg som tillåter rumslig kommunikation i tre led, utan skalförskjutning, gör att ingen fördjupad kunskap, såsom att kunna avläsa planer och

perspektiv, krävs. Upplevelsen av att stå inuti en föreslagen gestaltning innan den anlagts möjliggör därför snabba beslut. Exempelvis kan en situation där en virtuellt omsluten användare står på en hög föreslagen avsats och direkt upplever att den känns otrygg resultera i en ny iteration med en säkerhetsåtgärd. Att uppleva platsen virtuellt innan den anläggs kan på detta vis rimligen leda till att både tid och pengar sparas.

Spel och gamification

Att VR är starkt förknippat med spelindustrin är till viss del problematiskt, då det kan få ett projekt som förmedlas som en virtuell upplevelse att framstå som oseriöst. Samtidigt kan det innebära en wow-faktor som förhöjer förslaget. Om den omslutne användaren förväntar sig att den virtuella upplevelsen är ett spel finns dock risken att denne inte tolkar det gestaltade förslaget som landskapsarkitekten avsett visa. Med gamification i åtanke är det möjligt att använda spel för att kommunicera gestaltningsförslag. I detta är det fortsatt viktigt att skilja på spel som underhållning och spel som processverktyg. Att använda datorspel som processverktyg för att involvera allmänheten i designprocessen visade sig vara effektivt vad gäller att uppnå en gemensam förståelse mellan landskapsarkitekter och lekmän, inte minst för den yngre delen av befolkningen. Ett samspel där användarna tidigt får ta del av och påverka utformningen är ett viktigt angreppssätt, för att ta sig an utmaningar med ett projekt, då det är dessa som ska använda platserna. Det intressanta med användningen av datorspel i designprocessen är att behovet av verktyg som är lätthanterliga tillgodoses. Detta är viktigt både för landskapsarkitekter och lekmän då intresset för verktyg som är svåra att ta till sig, snabbt går förlorat. SketchUp har visat sig vara ett enkelt verktyg som kan leda till att fler landskapsarkitekter applicerar virtuella upplevelser i designprocessen. Programmet är lätt att lära och lätt att använda, samt har funktioner som lämpar sig för att skapa modeller. Genom att arbeta med ett begränsande och lätthanterligt verktyg, oavsett om det är ett datorspel eller SketchUp, underlättar det för dialogen mellan olika aktörer som är delaktiga i ett projekt.

VR i olika skeden av processen

Landskapsarkitekter har genom åren tagit till sig allt fler digitala verktyg, dels för att underlätta framtagandet av planritningar och för att redigera bilder. Att tillämpa omslutande virtuella upplevelser innebär ytterligare en ny dimension av digitala verktyg för modellering. I denna digitaliserade process blir det viktigt att inte släppa taget om analoga metoder. Att använda papper, penna och skisspapper för att anteckna och skissa fram idéer snabbt är i många fall oslagbart. En designprocess bör inte inledas digitalt. Istället kan den handritade idén bearbetas och därefter digitaliseras för att ges mer korrekta dimensioner och detaljer. Styrkan i att tillämpa omslutande virtuella upplevelser i landskapsarkitektur är att ge olika aktörer möjligheten att ta del av platsen i verklig skala, innan det anläggs. Därigenom kan lekmän och sakkunniga mötas på en gemensam kommunikativ nivå, oavsett tidigare erfarenheter av planritningar. Perspektiv är ofta stiliserade och har då ett visst manér som vanligen är kopplat till det uppdragsansvariga kontoret. En digital modell som förmedlas som en omslutande virtuell upplevelse får ett manér som är begränsat till vad som är möjligt att genomföra i den applikation som används. Inom dessa ramar kan landskapsarkitekten som tar fram den virtuella upplevelsen uttrycka sig och skapa en egen stil. Med detta menas att även om applikationen kan rendera modeller med realistiska element går det att presentera modeller mer abstrakt, vilket går att återkoppla till Mills modellteori. Olika typer av modeller lämpar sig i olika skeden. Är avsikten att presentera en gestaltad plats som om den vore byggd bör detta ske med ett realistiskt manér. 3D-modeller av leverantörers produkter kan då placeras ut i den digitala presentationsmodellen. På detta sätt kan produkten upplevas i full skala i rätt platskontext, innan den beställts. Genom att dessutom förse varje inlagd produkt med ett informationslager, som bland annat innehåller prisuppgifter, kan den omslutne användaren lättare fatta beslut om vilken produkt som är lämpligast att använda.

I ett tidigare skede är det kanske lämpligare att använda den virtuella upplevelsen för att förmedla känslor och koncept. Då finns inget behov av att placera in faktiska produkter i den virtuella miljön. Istället kan enkla formspråk och färger framhäva de tidiga idéerna om platsens utformning. I detta kan SketchUp utgöra en viktig del då programmet förmedlar ett enkelt uttryck. Att arbeta med hierarkier i den virtuella upplevelsen av en föreslagen plats blir mest troligt essentiellt, oavsett vilken av Mills modelltyper som används. Exempelvis kan

befintliga element tonas ner och ges färre detaljer, både i färg och form. Nya element kan då lyftas fram för att betona den nya utformningen. Digitalisering av Mills modelltyper gör att endast en modell krävs. Denna kan uppdateras allteftersom nya iterationer tillkommer. Genom detta kan en kubisk form som i konceptmodellen representerar ett cykelställ användas för att bestämma dess placering och därefter uppdateras till att likna ett generellt cykelställ. I slutskedet byts det ut till en digital återgivning av produkten.

Ljud och ljus i VR

En problematisk aspekt med virtuella upplevelser, som simuleringar av framtida platser, är ljudsättning. För att replikera realistiskt ljud krävs att varje entitet förses med en ljudkälla. Om exempelvis en gestaltning av en framtida park simuleras i en omslutande virtuell upplevelse måste varje fontän och varje fiskmås ha en egen ljudkälla. Detta blir viktigt om det virtuella ljudet ska bete sig verkligt när den omslutne användaren rör sig fritt i den digitala modellen. Detta blir näst intill omöjligt att genomföra, varför det istället är rimligare att placera en övergripande ljudkälla som innehåller element lämpade för en parkdamm. I detta riskerar immersionen att minska, men ger en rimlig nivå för landskapsarkitekter att skapa simulationer. Virtuella upplevelser av landskapsarkitektur bör framhäva ljudmiljöer som är relevanta för projektet. Exempelvis kan ljudkällor placeras in i en modell för att visa hur bruset från en tungt trafikerad väg dämpas med hjälp av porlande vattenelement. Det vore intressant att analysera ljud och hur dessa påverkas av volymer som tillkommer, av en föreslagen gestaltning. Dock har inga av de applikationerna som utvärderats kunnat genomföra detta. Av denna anledning skulle det vara önskvärt att se en utveckling av hur det virtuella ljudet interagerar med sin omgivning framöver.

En stor förändring i landskapsarkitektens arbetssätt som kan komma av att tillämpa virtuella upplevelser är ljussättning. Att i en tredimensionell digital miljö placera ut ljuskällor blir dels ett sätt att utforska och utveckla en ljusdesign, men också för att tydligt presentera hur den interagerar med rumsligheten. Detta gäller även hur skuggor kastas i förhållande till geografiskt solstånd som är korrekt återgivet i den virtuella miljön. Att placera in en ljuskälla som överensstämmer med en verklig produkt, förenklar avsevärt processen att presentera en ljuskarta. Trots att det virtuella ljuset ter sig verkligt, är det i dagsläget långt ifrån hur

ljusvågor beter sig på riktigt. Det ger dock upplevelsen av hur en ljussättning kan komma att påverka uttrycket av en design.

Rörelsespårning

Rörelsespårning som analytiskt verktyg blir viktigt tidigt i gestaltungsprocessen för att vidareutveckla utformningen. Värt att ifrågasätta är dock hur abstraktionsnivå påverkar den omslutne användarens rörelse i den virtuella miljön. I ett tidigt skede av processen, när modellen är konceptuell eller skissartad, innehåller den mest troligt inte de detaljerade element som krävs för att någon ska stanna upp för att beundra. Däremot kan rörelsespårningen användas tidigt för att snabbt påpeka vilka stråk som måste korrigeras och vilka volymer som flyttas eller ändras. Ett intressant sätt att använda rörelsespårning är att be omslutna användare ta sig från punkt A till punkt B i den virtuella miljön, innan något stråk anlagts. Genom att jämföra användarnas rörelser kan därefter ett stråk planeras utifrån den mest valda rutten. Detta skulle innebära ett nytt sätt att arbeta med en projektprocess, då det inte går att genomföra med papper och penna, eller genom rörelse i det fysiska rummet, när det ännu inte är anlagt.

Ytterligare en potential med omslutande VR är att simulationen kan låta användaren uppleva den föreslagna gestaltningen ur andras perspektiv. Exempelvis kan avatarens höjd ställas in för att simulera hur gestaltningen upplevs ur ett barns perspektiv. Genom Fuzors förmåga att anpassa avataren blir det dessutom möjligt att undersöka förslaget ur ett tillgänglighetsperspektiv. Sittandes i en virtuell rullstol hindras användaren att ta sig fram om en barriär överstiger en viss höjd. Vidare går det med enkelhet att simulera avsaknad hörsselförmåga, genom att undvika att ljudsätta modellen. Svårare blir att simulera avsaknad förmåga till seende. Detta eftersom att det i dagsläget är otroligt krävande och kostsamt att replikera känslan av taktila plattor och eventuella kollisioner med virtuella objekt. Däremot kan ljud användas för att simulera farliga situationer, som exempelvis en trafikerad väg. Det välbekanta ljudet från en trafiksignal kan dessutom indikera att användaren inte borde fortsätta framåt, förrän ljudet från förbipasserande trafik avstannar och signalen ändrar karaktär. Även om ljuden i detta scenario är otroligt viktiga är de taktila plattorna essentiella för tillgängligheten och därigenom även landskapsarkitekturen. Därför hade det varit

intressant att se en vidareutveckling av tekniken för virtuell känsel, till ett rimligt pris. Det hade kanske gått att kombinera digitala fullskalemodeller med analoga i ett fall som detta. De faktiska produkterna, i detta fall taktila plattor, skulle då placeras ut i det fysiska rummet. Den föreslagna stenläggningen förekommer då både virtuellt och fysiskt. Detta skulle delvis lösa den problematik som finns i den virtuella upplevelsens begränsningar i det fysiska rummet. En fysisk fullskalemodell av en trappa skulle då låta användaren kliva upp för den virtuella motparten.

Det kan vara problematiskt att tillämpa ett interaktivt narrativt som är för fritt och öppet. Om användaren förutsättningslöst omsluts i den virtuella upplevelsen av projektet, kommer denne med största sannolikhet inte att veta vilka delar som tillhör förslaget. Detta skulle gå att förebygga genom att behandla det interaktiva narrativet på ett liknande sätt som i konventionella presentationsmetoder. De delar i den virtuella miljön som är speciellt viktiga för förslaget kan lyftas fram med förklarande texter som återfinns intill. De kan då användas som målpunkter för att styra användaren.

Detaljeringsgrad och realism

En reflektion som uppkommit under detta arbete har varit hur verklig och detaljerad en digital fullskalemodell bör vara. Dels påverkas det verkliga av vilket stadie modellen befinner sig i. Är det en konceptmodell eller en presentationsmodell? En presentationsmodell bör visa platsen som den vore anlagd, men då uppstår frågan om den ska presenteras som nyanlagd eller fungerat som plats i 30 år. I verkligheten slits material med åren och vegetationen växer. Ett träds utseende vid anläggning skiljer sig kraftigt från utseendet efter tre decennier. Slitage och vandalism är faktorer som delvis påverkar detta. Att "skräpa ner" modellen gör den mer verklig, vilket påverkar simuleringen och därigenom även immersionen. Som landskapsarkitekter är vi säljare av representationer som föreställer föreslagna platser. Det gäller även för en digital fullskalemodell. Att göra den för nedskräpad, med graffiti och dylikt, kan leda till att beställaren blir avskräckt. En annan aspekt av hur verklig en digital modell i en virtuell upplevelse bör vara är detaljnivå. Här kan en parallell mellan den objektiva verkligheten och subjektiva verkligheter dras. I verkligheten lägger vi inte märke till alla de detaljer som finns omkring oss i den objektiva verkligheten. Därför bör en virtuell

upplevelse av ett landskapsarkitekturprojekt innehålla en digital modell som är subjektiv. Landskapsarkitekten borde inte lägga ner tid för att skapa en detaljerad omgivning, utan fokus bör ligga på projektet i fråga. Det mänskliga sinnet är trots allt förlåtande och accepterar snabbt sin omgivning även om den, likt landskapet i Minecraft, är kubisk. Det är immersionen som gör att vi accepterar denna typ av miljöer som verkliga. Dock kan immersionen minska om det uppstår brus och avbrott i upplevelsen. Att användaren har kontroll att påverka den virtuella miljön på olika sätt, via menyer som svävar framför dem, kan vara en faktor som leder till minskad immersion. Dock är kontrollmenyerna avgörande för att användaren ska kunna interagera med modellen. Det handlar trots allt inte om att skapa en virtuell verklighet; Det handlar om att skapa en virtuell upplevelse.

Avslutande reflektion

Virtuella upplevelser borde inte ersätta konventionella representationsformer inom landskapsarkitektur. Däremot kan de appliceras för att tillföra känslan av att befinna sig på den framtida plats som ska komma av den föreslagna gestaltningen. Eftersom det är ett relativt nytt fenomen inom kåren är det svårt att ge ett rakt svar på vilken metod som är mest lämplig. Det ska därför bli intressant att se en fortsatt utveckling av tekniken i relation till landskapsarkitekturprojekt. Även om det sedan länge har varit möjligt att skapa omslutande virtuella upplevelser av landskapsarkitektur, har det inte tagit något större avstamp. Att använda SketchUp, i kombination med en eller flera av de utvärderade applikationerna, gör processen från 2D-ritning till en omslutande virtuell upplevelse hanterbar. Ett program som redan är välkänt för landskapsarkitekten borde rimligtvis riva den barriär som tidigare hindrat denne från att använda Virtual Reality som representationsform och processverktyg. SketchUp är därför ett möjligt tillvägagångssätt för landskapsarkitekter att applicera virtuella upplevelser av sina projekt.

Kritik

Att använda Virtual Reality-teknik för att skapa omslutande virtuella upplevelser av landskapsarkitektur är ett relativt nytt fenomen. Resultatet av detta är att det finns få publikationer skrivna som behandlar ämnet. Därigenom blev tillvägagångssättet för detta arbete att koppla samman VR-litteratur med litteratur om konventionella metoder för att presentera och kommunicera landskapsarkitektur. Genom detta undersöktes potentialen med Virtual Reality som representationsform och processverktyg inom landskapsarkitektur. För att hitta rimliga metoder för att skapa virtuella upplevelser av landskapsarkitektur utvärderades fyra VR-applikationer. Detta gjordes med avgränsningen att endast undersöka virtuella upplevelser av digitala modeller framtagna genom SketchUp. Det är rimligt att ifrågasätta antalet applikationer, vilket kunde varit större, men för arbetets avsatta tidsram var det lämpligt. Vidare kan utvärderingens utformning kritiseras. De tolv definierade utgångspunkterna kunde försetts med en hierarkisk ordning, eller en klassificering som värdesatte deras vikt för en immersiv upplevelse och ett interaktivt narrativ. Om tillvägagångssättet istället kretsade kring ett befintligt projekt, alternativt ett eget designförslag, för att undersöka omslutande virtuella upplevelser som representationsform och processverktyg, hade kanske resultatet blivit annorlunda. I ett tidigt planeringsskede för detta arbete var idén att genomföra ett eget designförslag med VR. Även då hade det krävts en kartläggning av lämpliga VR-applikationer, samt en utvärdering som förklarade deras lämplighet. Ett naturligt steg i att ta detta arbete vidare vore att faktiskt applicera resultaten i ett projekt. Av denna anledning utgör detta det inledande förslaget till vidare studier, som presenteras nedan.

Förslag för vidare studier

I detta avsnitt föreslås hur ämnet, om användbarheten med omslutande virtuella upplevelser av landskapsarkitektur, vidare kan studeras. Förslagen ges i listform och kommer av de tankar som uppstått i relation till de teorier och avgränsningar som format examensarbetet. Att följa något av förslagen kan bidra till ytterligare kunskap om potentialen med Virtual Reality inom landskapsarkitektur.

Genomföra designförslag med VR-applikationer

Med detta arbete som grund kan ett designförslag genomföras med omslutande virtuella upplevelser. Förslagsvis innehåller designprocessen flera modelltyper (baserat på Mills) och bör dokumenteras för att visa hur den förhåller sig till en konventionell designprocess.

Undersöka Gamification som kommunikativt verktyg i landskapsarkitektur

Då Virtual Reality är starkt kopplat till spelindustrin kom detta arbete i kontakt med begreppet Gamification. Att använda datorspel som ett kommunikativt medel i landskapsarkitektur är intressant att studera vidare, i relation till förmågan att uppleva föreslagna gestaltningar på interaktiva sätt. I detta är Minecraft med VR-tillägg ett möjligt spel att använda, baserat Gaming the Real World.

Studie av människans sinnen i relation till upplevelser av platser

I detta arbete framkom hur våra olika sinnen tolkar landskapet. Att utforska detta ämne vidare vore intressant. I huvudsak vore känsel- lukt- och smaksinnet och deras koppling till minnet intressant att studera, samt hur olika människor uppfattar platser.

Referenslista

- Altman, I. & Wohlwhill, J.** (1977). *Human Behaviour and Environment: Advances in Theory and Research*. Vol 2. New York & London: Plenum Press.
- Arnhem, J., Elliot, C. & Rose, M.** (2018). *Augmented and Virtual Realities in Libraries*. New York: Rowman & Littlefield.
- Arnheim, R.** (1997). *Visual Thinking*. Los Angeles: University of California Press.
- Baker, A. & Garrett, B.** (2011). *BIM for Project Managers. 2011 CSI Southwest Region Conference*. Definition of Level of Development (LOD).
- Bowman, D., Kruijff, E., LaViola, J. & Poupyrev, I.** (2001). An Introduction to 3-D User Interface Design. *Presence*, 10(1): 96–108. Massachusetts Institute of Technology
- Brooks, F.P.** (1988). *Grasping Reality Through Illusion-Interactive Graphics Serving Science*
- Burdea, G. & Coiffet, P.** (2003). *Virtual Reality Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Darken, R.P. & Peterson, B.** (2001). Spatial Orientation, Wayfinding, and Representation. *Handbook of Virtual Environment Technology*. Stanney, K. Ed. Boca Raton, Florida.
- Delaney, B.** (2014). *Sex, Drugs and Tesselation – The Truth About Virtual Reality, as Revealed in the Pages of CyberEdge Journal*. San Francisco: CyberEdge Information Services.
- Eckerberg, K.** (2004). *Etta eller nolla? Landskapsarkitekter, yrkeskunnande och informationsteknologi*. Doktorsavhandling, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Enscape** (2019) [Mjukvara]. Utvecklare: Enscape. (2019-05)
- Foster, J.** (2005). Northward, Upward: Stories of Train Travel, and the Journey Towards White South African Nationhood, 1895-1950, *Journal of historical geography*, 31, 296– 315.
- Fuzor** (2019) [Mjukvara]. Utvecklare: Kalloc. (2019-05)
- Gaming the Real World** (2016). [Dokumentär] Regissör: Anders Eklund, Sverige: Luckyday. (2019-05-15)
- Hall, E.** (1990). *The Hidden Dimension*. New York: Anchor Books.
- Huang, Y. & Odeleye, T.** (2018) Comparing the Capabilities of Virtual Reality Applications for Architecture and Construction. *54th ASC Annual International Conference Proceedings: 346-354*.
- Jerald, J.** (2016). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Association for Computing Machinery, Morgan & Claypool. ACM Book Series, #8.
- Lange, E.** (2002). *Visualization in Landscape Architecture and Planning: Where we have been, where we are now and where we might go from here*. University of Sheffield. Department of Landscape.
- Lanier, J. & Heilbrun, A.** (1988). *A Vintage Virtual Reality Interview*. Whole Earth Review.

- Lenngren, O.** (2012). *BIM för landskapsarkitekter*. Masterarbete, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Li, Z., Cheng, Y. & Yuan, Y.** (2018) Research on the Application of Virtual Reality Technology in Landscape Design Teaching. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 18(5), 1400–1410.
- Mazuryk, T. & Gervautz, M.** (1999). *Virtual Reality – History, Applications, Technology and Future*. Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology, Austria
- Mills, C.B.** (2005). *Designing with models: A Studio Guide to Making and Using Architectural Design Models*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Moon, K.** (2005). *Modeling Messages: The Architect and the Model*. New York: The Monacelli Press.
- Mori, M., MacDorman, K. & Kageki, N.** (2012). The Uncanny Valley. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, June 2012, 98–100.
- Morris, Mark** (2006). *Models: Architecture and the Miniature*. Chichester, West Sussex: Wiley-Academy.
- Norén, A.** (2009). *Digital 3D-visualisering som gestaltningsverktyg för landskapsarkitekter*. Kandidatarbete, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Nystrand, W.** (2019). *Med kroppen som måttstock – En undersökning om virtuella upplevelser av landskapsarkitektur, baserade på BIM-modeller, är effektiva arbets- och kommunikationsredskap*. Masterarbete, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Parush, A. & Berman, D.** (2004). Navigation and orientation in 3D user interfaces: the impact of navigation aids and landmarks. *Human-Computer Studies* 61, 375–395. Elsevier. Amsterdam.
- Porter, T.** (1997). *The Architect's Eye: Visualization and Depiction of Space in Architecture*. London: E&FN Spon.
- Prospect** (2019) [Mjukvara]. Utvecklare: IrisVR. (2019-05)
- Raaphorst, K., Duchhart, I., Knaap, W., Roeleveld, G. & Brink, A.** (2017). The semiotics of landscape design communication: towards a critical visual research approach in landscape architecture. *Landscape Research*, 42:1, 120–133.
- Rekittke, J., & Paar, D. P.** (2008). Real-time collage in Landscape Architecture. In E. Buhmann, M. Pietsch, & M. Heins (Eds.), *Digital Design in Landscape Architecture 2008; at Anhalt University of Applied Sciences, Dessau, Germany, May 30 – June 1, 2007*: 88–95. Heidelberg: Wichmann.
- Stafford, B. & Terpak, F.** (2001). *Devices of wonder: from the world in a box to Images on a Screen*. Los Angeles: Getty Research Institute.
- Steinicke, F.** (2016). *Being Really Virtual: Immersive Natives and the Future of Virtual Reality*. Cham: Springer International Publishing Switzerland.
- Sutherland, I.** (1965). *The Ultimate Display*. Proceedings of the IFIPS Congress 65(2):506–508. Los Angeles: Getty Research Institute.

- Thunarf, C.** (2015). *Fysisk modell som gestaltningsverktyg: En metodstudie*. Masterarbete, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Tuan, Y.** (1974). Space and Place: Humanistic Perspective. *Progress in Geography*, 6. 211–252.
- Twinmotion** (2019) [Mjukvara]. Utvecklare: Epic Games. (2019–05)
- Yan, J.** (2014). *An Evaluation of Current Applications of 3D Visualization Software in Landscape Architecture*. Masterarbete, Utah State University.
- Vinson, N.G.** (1999). *Design Guidelines for Landmarks to Support Navigation in Virtual Environments*. Proceedings of CHI '99. Pittsburgh, Pennsylvania.
- Weinbaum, S.** (1935). Pygmalion's Spectacles. *Wonder Stories*, June 1935: 28–39.
- Wheatstone, C.** (1838). Contributions to the Physiology of Vision. Part the First. On Some Remarkable, and Hitherto Unobserved, Phenomena of Binocular Vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, vol. 128: 371– 394.
- Wik, K. H., Sekse, M., Amund, B. E. & Thorvaldsen, J.** (2018). BIM for Landscape: A Norwegian Standardization Project. *Journal of Digital Landscape Architecture*, vol. 3–2018: 241–248.
- Zacharias, J.** (2005). Exploratory spatial behaviour in real and virtual environments. *Landscape and Urban Planning* 78, 1–13. Amsterdam.

Figurförteckning

Figur i. HTC (2019) *HTC Vive* [fotografi].

<https://www.vive.com/us/pr/newsroom-gallery/htcvive/> [2019-08-23]

Figur ii. Jerald, J (2016) *VR-system* [illustration]. *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. s. 31

Figur iii. IrisVR (2019) *Immersive Interaction* [fotomontage].

<https://irisvr.com/oculus-quest> [2019-08-24] Används med skaparens medgivande.

Figur iv. IrisVR (2019) *HMD Interaction* [fotomontage].

<https://irisvr.com/oculus-quest> [2019-08-24] Används med skaparens medgivande.

Figur v. Enscape (2019) *Enscape* [logotyp].

<https://www.manandmachine.co.uk/services/support/subscription-services/enscape-logo/>
[2019-08-24] Används med skaparens medgivande.

Figur vi. IrisVR (2019) *Prospect* [logotyp]. <https://irisvr.com/prospect/> [2019-08-24]

(Inverterad av författaren) Används med skaparens medgivande.

Figur vii. Epic Games (2019) *Twinmotion* [logotyp].

<https://www.vmv-cad.nl/en/products/other/twinmotion> [2019-08-24]

Används med skaparens medgivande.

Figur viii. Kallocc (2019) *Fuzor* [logotyp]. <https://midwest-u.com/exhibitors/> [2019-08-24]

Figur ix. Sweco Architects, Göteborg (2019) *SketchUp-modell* [digital modell]

Används med skaparens medgivande.

Figur x. Sweco Architects, Göteborg (2019) *Enscape-modell* [digital modell]

Används med skaparens medgivande.

Figur xi. Sweco Architects, Göteborg (2019) *Enscape-modell (natt)* [digital modell]

Används med skaparens medgivande.

Figur xii. Enscape (2019) *Mini Map* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xiii. Enscape (2019) *Presentation Mode* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xiv. Enscape (2019) *Teleportation* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xv. IrisVR (2019) *Scale Model Mode* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xvi. IrisVR (2019) *Measure* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xvii. IrisVR (2019) *Annotation* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xviii. IrisVR (2019) *Snapshot* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xix. IrisVR (2019) *Collaboration* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xx. Skapad av författaren. [digital modell]

Figur xxi. Skapad av författaren. [digital modell]

Figur xxii. Epic Games (2019) *Change seasons* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xxiii Epic Games (2019) *Change time of day* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.

Figur xxiv. Skapad av författaren. [digital modell]

Figur xxv. Skapad av författaren. [digital modell]

Figur xxvi. Skapad av författaren. [digital modell]

Figur xxvii. Skapad av författaren. [digital modell]

Figur xxviii. Skapad av författaren. [digital modell]

Figur xxix. Epic Games (2019) *Enclosed Interaction* [omslutande virtuell upplevelse] Används med skaparens medgivande.